

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

Г.В. ЗІНЧЕНКО

к.т.н., доцент

В.С. ДОРОФЄЄВ

д.т.н., професор

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

із дисципліни:

«ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА »

*(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання освітнього рівня
«бакалавр», спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)
Освітньо-професійна-програма підготовки «Проектування будівель і споруд»*

УДК 658.5:69

Укладачі: к.т.н., доцент Зінченко Г.В.
д.т.н., професор Дорофєєв В.С.

Виробнича база будівництва виробництва. Конспект лекцій. Одеса,
ОНПУ – 2025. – 131 с.

У конспекті лекцій розглянуто допоміжний матеріал для підготовки студентів за спеціальністю: 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та представлена основна загальна характеристика виробничої бази будівництва та її структура; наведено інформацію про виробництво основних будівельних матеріалів, виробів і конструкцій.

Рекомендувати кафедрою інформаційних технологій проєктування та дизайну Національного університету «Одеська політехніка» (протокол №1 від 27 серпня 2025 р.)

ЗМІСТ	
--------------	--

ЛЕКЦІЯ 1. Система забезпечення будівництва матеріально-технічними ресурсами	5
1.1. Основи організації виробничої бази будівництва.....	5
1.2. Класифікація підприємств виробничої бази будівництва та основні принципи визначення їх потужностей	6
1.3. Матеріально-технічна база будівельного комплексу	7
ЛЕКЦІЯ 2. Підприємства виробничої бази з видобування та переробки нерудних будівельних матеріалів	13
2.1. Класифікація родовищ та підприємств.	13
2.2. Кар'єри нерудних матеріалів.	15
2.3. Переробка каміння і гравійно-піскової суміші.	18
2.4. Склади нерудних матеріалів	21
ЛЕКЦІЯ 3. Виробництво керамічних виробів	22
3.1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів.....	22
3.2. Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).	23
3.3. Основи технології керамічних матеріалів і виробів.	23
3.4. Загальна технологічна схема виготовлення керамічних виробів.	24
ЛЕКЦІЯ 4. Виробництво пористих штучних заповнювачів на основі природньої сировини	25
4.1. Виробництво керамзиту	25
4.2. Виробництво аглопориту	27
ЛЕКЦІЯ 5. Виробництво мінеральних в'язучих	29
5.1. Класифікація мінеральних в'язучих речовин.	29
5.2. Повітряні в'язучі матеріали та вироби на їх основі.	31
5.3. Магнезіальні в'язучі речовини.	34
5.4. Гідравлічні в'язучі матеріали.	34
5.5. Спеціальні цементи.	36
ЛЕКЦІЯ 6. Підприємства по виробництву бетонних сумішей і розчинів	38
6.1. Основні відомості про бетон і будівельний розчин.	38
6.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.	39
6.3. Класифікація і склад підприємств.	41
6.4. Промислове виробництво сухих будівельних сумішей.	45
ЛЕКЦІЯ 7. Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій.	48
7.1. Арматурне виробництво.	48
7.2. Способи попереднього напруження.	51
7.3. Ущільнення бетонної суміші.	51
7.4. Доглядання за процесом твердіння.	52
7.5. Прискорення твердіння.	52
7.6. Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону.	55
ЛЕКЦІЯ 8. Виробництво виробів з ніздрюватих бетонів, азбестоцементних виробів, силікатної цегли	56
8.1. Виробництво виробів з ніздрюватих бетонів	56

8.2. Виробництво азбестоцементних виробів	57
8.3. Виробництво силікатної цегли, фібролітових плит.	58
ЛЕКЦІЯ 9. Виробництво дьогте-бетонних сумішей; бітумних емульсій і мастик; покрівельних матеріалів	59
9.1. Загальна характеристика бітумних і дьогтевих матеріалів	59
9.2. Бітумні матеріали, що застосовують в будівництві.	61
9.3. Виробництво покрівельних матеріалів.	62
ЛЕКЦІЯ 10. Виробництво металевих виробів та конструкцій	75
10.1. Сталь та сфери її застосування.	75
10.2. Підприємства з виготовлення металевих конструкцій.	77
10.3. Технологічний процес виготовлення металевих конструкцій.	79
ЛЕКЦІЯ 11. Виробництво виробів і конструкцій з деревини.	86
11.1. Типи деревообробних підприємств	86
11.2. Виробництво виробів з деревини	87
11.3. Полімермодифікована та термомодифікована деревина.	89
11.4. Конструкційні матеріали та вироби з деревини.	91
11.5. Вироби з деревини для облицювання стін та стелі.	93
11.6. Виробництво клеєних дерев'яних конструкцій.	96
11.7. Виробництво ДВП і ДСП.	97
ЛЕКЦІЯ 12. Виробництво виробів з мінеральних розплавів	99
12.1. Загальні відомості.	99
12.2. Властивості скла.	101
12.3. Будівельні вироби і конструкції зі скла.	101
12.4. Декорування скла.	110
ЛЕКЦІЯ 13. Виробництво матеріалів і виробів для теплової ізоляції стін	112
13.1. Виробництво мінеральної вати	112
13.2. Виробництво ніздрюватого скла	113
13.3. Виробництво спученого перліту	114
ЛЕКЦІЯ 14. Виробництво санітарно-технічних і електромонтажних заготовок, вузлів і виробів	115
14.1. Виробництво вузлів трубопроводів.	115
14.2. Виробництво вузлів і заготовок для систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря.	119
14.3. Виробництво електромонтажних заготовок.	121
ЛЕКЦІЯ 15. Виробництво лакофарбових матеріалів	123
15.1. Загальні відомості про лакофарбові матеріали.	123
15.2. Виробництво зв'язуючих речовин. Фарбові суміші.	125
15.3. Виробництво допоміжних матеріалів.	127
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	129

Лекція 1. Система забезпечення будівництва матеріально-технічними ресурсами

План лекції

- 1.1. Основи організації виробничої бази будівництва.
- 1.2. Класифікація підприємств виробничої бази будівництва та основні принципи визначення їх потужностей.
- 1.3. Матеріально-технічна база будівельного комплексу.

1.1. Основи організації виробничої бази будівництва

Будівельне виробництво вимагає забезпечення і своєчасне постачання різноманітних ресурсів. У своєчасній підготовці і організованому веденні будівництва визначне місце займає його виробнича база.

Виробнича база будівництва (виробнича база) - це постійні підприємства з засобами механізації і автоматизації та допоміжні тимчасові виробництва генеральної підрядної організації (споруди, склади, майданчики, механізовані установки тощо, що призначені для безперебійного забезпечення ресурсами основного будівництва).

На формування виробничої бази та її організації суттєво впливають умови будівництва та наступні фактори:

- 1) **топографічні, геологічні, гідрологічні та кліматичні умови**, які обумовлюють склад, розміщення виробничих баз будівництва та їх віддаленість від району концентрації основних обсягів робіт;
- 2) **різновидність об'єктів** вимагає застосування тієї чи іншої технології виконання основних робіт, використання різних методів організації основного виробництва;
- 3) **обсяги робіт** та висока вартість будівництва, віддаленість основних об'єктів від транспортних магістралей, промислово розвинутих міст і підприємств будівельної індустрії вимагає необхідності створення тимчасових житлових умов з соціальною інфраструктурою, будівництва доріг, створення власної будівельної індустрії, транспортних, ремонтних та експлуатаційних підприємств, призводить до збільшення тривалості підготовчого періоду будівництва;
- 4) **терміни основного будівництва**, цілорічне виконання основних робіт обумовлюють специфіку підприємств виробничої бази за умов безперебійної та ритмічної роботи, незалежно від температури повітря;
- 5) **комплексний характер великих господарських об'єктів** зачіпає інтереси багатьох галузей економічної діяльності.

Перераховані особливості обумовлюють **основні принципи створення виробничої бази:**

- 1) **використання існуючих підприємств** виробничої бази інших галузей економічної діяльності **на засадах оренди**, які розраховані на тривалий термін роботи і обслуговування будівельних комплексів;
- 2) **створення виробничої бази власними силами** можна для великих

будівництв, які розташовані на значній відстані від існуючих постійних виробничих баз (управлінь), зокрема якщо основне будівництво розраховане **на великий термін**;

3) визначення структури і потужності підприємств виробничої бази з урахуванням можливості використання і **розширення існуючих баз будівельної індустрії** в даному районі, а також максимального врахування можливостей їх використання **в майбутньому** (після закінчення основного будівництва) для потреб інших галузей економічної діяльності;

4) **створення постійної регіональної бази** для обслуговування багатьох об'єктів даного регіону;

5) максимальне використання **конструкцій заводського виготовлення**;

6) **тимчасові споруди** повинні бути **збірно-розбірними** для швидкого монтажу та демонтажу при мінімальних витратах праці і матеріалів;

7) **компоновка потужностей** виробничої бази **повинна відповідати видам і обсягам будівельних робіт**, що передбачені основним виробництвом і змінюватися залежно від потреби основного виробництва, а також забезпечувати своєчасне введення етапів чи комплексів.

1.2. Класифікація підприємств виробничої бази будівництва та основні принципи визначення їх потужностей.

На структуру і потужність підприємств виробничої бази впливають:

- тип та структура основного будівництва;
- обсяги робіт та потреба в матеріалах, виробках, конструкціях і обладнанні;
- тривалість будівництва основних об'єктів;
- технологія виконання робіт і рівень їх механізації;
- віддаленість об'єктів будівництва.

Структура основних об'єктів будівництва визначає за функціональними ознаками і технологічними принципами структуру виробничої бази будівництва:

1) Виробничі підприємства, що добувають і переробляють місцеві будівельні матеріали;

2) Виробничі підприємства, які виготовляють залізобетонні конструкції і вироби, бетонну суміш, розчини та інші суміші;

3) Підприємства з експлуатації і ремонту будівельних машин, ремонтно-механічні майстерні;

4) Підприємства з експлуатації і ремонту транспортних засобів і внутрішньо-будівельних шляхів, автостоянки тощо;

6) Підприємства, що забезпечують будівництво енергоносіями, водопостачанням, тепlopостачанням та зв'язком;

7) Підприємства, що забезпечують будівництво привізними будівельними матеріалами, обладнанням, деталями, інструментом;

8) Господарська інфраструктура.

Залежно від тривалості використання підприємства виробничої бази діляться на дві групи:

- тимчасові (використовуються тільки для потреб даного будівництва на

короткий термін);

- постійні (використовуються для задоволення потреб багатьох споживачів протягом тривалого терміну).

До тимчасових підприємств відносяться: бетонні господарства, частина складського господарства, стоянки транспортних засобів, внутрішні будівельні шляхи, лінії електропередач та зв'язку тощо. Всі ці підприємства повинні розташовуватися чим ближче до основних споруд будівельного комплексу. Будівлі тимчасових підприємств повинні бути збірно-розбірними і транспортабельними для подальшого використання на інших будовах.

Постійні підприємства заводи і полігони, що виготовляють збірні залізобетонні вироби і конструкції, лісопереробні, домобудівні комбінати, ремонтно-механічні заводи тощо. Розташовуються ці підприємства з врахуванням майбутнього використання для багатьох галузей.

Потужність виробничих підприємств встановлюється з врахуванням інтенсивності виконання робіт основного будівництва відповідно до календарного плану виконання будівельних робіт та графіка використання будівельних ресурсів.

Потужність підприємств виробничої бази будівництва і тривалість їх будівництва розраховуються в проекті виконання робіт (ПВР) і проекті організації будівництва (ПОБ) на основі використання нормативних документів.

1.3. Матеріально-технічна база будівельного комплексу.

Матеріально-технічна база будівництва - це система підприємств будівництва, промисловості і будівельного транспорту, що обслуговують будівництво, у тому числі й тих, які експлуатують та ремонтують будівельні і транспортні машини.

Досвід будівництва, накопичений у багатьох державах, свідчить про те, що випереджаючий розвиток матеріально-технічної бази будівництва сприяє скороченню тривалості будівництва і підвищенню його технічного рівня, поліпшенню діяльності будівельних організацій.

Матеріальні ресурси надходять на будівництво з підприємств базових галузей промисловості, **які виготовляють** чорні і кольорові метали й вироби з них; вироби машинобудування; хімічну продукцію; ліс; електротехнічну продукцію, паливно-енергетичні матеріали; підприємств, акціонерних фірм і товариств з виробництва будівельних матеріалів цемент, цеглу, будівельну кераміку, полімерні і теплоізоляційні матеріали, скло та інші; підприємств виробничої бази будівництва збірний бетон і залізобетон; монтажні вузли, дерев'яні вироби і конструкції, будівельні металеві конструкції, бетонні і асфальтобетонні суміші і розчини, заповнювачі для бетонів.

Система забезпечення будівництва матеріально-технічними ресурсами базується на взаємній діяльності організацій постачання матеріалів і промислово-технологічного обладнання, які входять до складу

матеріально-технічної бази будівельного комплексу; комерційних і державних організацій постачання; підприємств-постачальників, що забезпечують будівництво за замовленням, у порядку оптової або роздрібної торгівлі, а також за прямими господарськими зв'язками. Така схема **обумовлена специфікою будівництва, яка полягає:**

- **у значній різноманітності типів будівель і споруд**, що зумовлює різний склад матеріальних ресурсів і обладнання, необхідних для виконання будівельно-монтажних робіт, залежно від призначення споруджуваних об'єктів;

- **в змінах кількості і асортименту необхідних матеріалів, конструкцій і виробів за окремими періодами**, залежно від етапів спорудження об'єкта, в нерівномірності обсягів виконуваних будівельно-монтажних робіт за періодами року під впливом кліматичних умов, наслідком чого є суттєві відмінності у використанні матеріалів і виробів протягом року;

- **у розосередженості об'єктів будівництва** на значні відстані від центрів управління, що обумовлює труднощі в організації забезпечення будівництва.

Індустріалізація і спеціалізація будівництва обумовила створення системи **виробничо-технологічної комплектації (ВТК)**, найбільш прогресивної і економічної форми галузевого постачання. Матеріально-технологічне забезпечення, яке здійснюється ВТК, передбачає надходження на будівництво конструкцій, виробів, матеріалів інженерного обладнання технологічними комплектами, відповідно до технології строків будівельно-монтажних робіт (БМР). При організації комплектного постачання необхідно передбачати: комплектування необхідними матеріально-технічними ресурсами (незалежно від джерел і порядку їх надходження) будинків, споруд, вузлів, секцій, поверхів, приміщень, підвищення інженерної готовності виробів, інженерного обладнання і постачання їх на будівництво у комплекті з необхідними кріпильними матеріалами і іншими готовими для використання супутніми допоміжними матеріалами й виробами.

Концентрація матеріально-технічних ресурсів будівельно-монтажних організацій в **управліннях виробничо-технологічної комплектації (УВТК)** обумовлює необхідність створення механізованих складів, підрозділів з виробничої переробки матеріальних ресурсів і їх підготовки до застосування на будівельних об'єктах.

Виробнича діяльність УВТК складається з виготовлення нетипової і несерійної продукції, переробки матеріалів і напівфабрикатів, підвищення технологічної готовності виробів і деталей, виконання допоміжних виробничих процесів, таких як зварювання і інших. Діяльність з технологічної комплектації полягає у формуванні комплектів матеріалів, напівфабрикатів і виробів, їх контейнеризації, пакування і централізованій доставці комплектів до робочої зони об'єктів будівництва або до зони робочих місць, відповідно до технології і графіків виконання будівельно-монтажних робіт.

Склад УВТК може бути з таких цехів і дільниць:

- **цех залізобетонних виробів**, який має полігон для виготовлення залізобетонних виробів, бетонорозчинний вузол, арматурну і столярну дільницю, вузол сухих сумішей;

- **цех опоряджувальних матеріалів**, який має дільницю з розрізання,

шпалер і технічної тканини, дільницю виготовлення шпаклівки, замазки і крейдяних паст, дільницю комплектації;

- **цех загальнобудівельних і ізоляційних матеріалів**, який має дільницю розрізання скла, дільницю виготовлення теплоізоляційних пакетів і вентиляційних коробів, дільницю виготовлення мастики;

- **цех столярних виробів**, який має дільниці виготовлення нетипових столярних виробів, розрізання погонажа і плит, виготовлення паркету, комплектації столярних виробів;

- **цех металовиробів**, який має дільниці з виготовлення виробів із оцинкованої сталі, нестандартних металовиробів;

- **цех сантехнічних і електротехнічних виробів**, який має у своєму складі дільниці комплектації санітарно-технічних виробів і газових плит, комплектації електротехнічних виробів;

- **центральна комплектуюча дільниця**, яка має склади для зберігання заповнених і порожніх контейнерів і майданчик для завантаження контейнерів на транспортні засоби.

Складське господарство складається з:

- території;
- будов і споруд для зберігання матеріальних ресурсів;
- пристроїв і обладнання для їх переробки на складах;
- вимірювального і протипожежного обладнання.

Складське господарство призначене для:

- накопичення запасів матеріалів, конструкцій, сировини, палива і забезпечення безперервного постачання і комплектування ними об'єктів будівництва, раціональної організації вантажно-розвантажувальних робіт;

- раціонального використання складських приміщень і експлуатації складського обладнання;

- здійснення підготовки матеріально-технічних ресурсів для використання;
- забезпечення зберігання матеріальних цінностей.

Склади класифікують за:

- призначенням;
- умовами зберігання вантажів;
- типами будов і споруд;
- спеціалізацією;
- засобами складської переробки.

За призначенням склади підрозділяють на:

- **центральні** (обслуговують одну або декілька будівельних організацій, звідки матеріали надходять на дільничні і приоб'єктні склади, а також в цехи з переробки і комплектації.);

- **дільничні** (призначені для зберігання обмеженої кількості продукції визначеної будівельної організації);

- **приоб'єктні** (створюють на будівельних майданчиках, і вони складаються з відкритих складських майданчиків у зоні дії вантажно-підіймальних механізмів).

За умовами зберігання розрізняють:

- закриті,
- напівзакриті,
- відкриті,
- змішані склади.

За типом будівель і споруд розрізняють склади

- постійні;
- тимчасові.

До постійних складів відносять:

- центральні склади;
- склади на промислових підприємствах.

До тимчасових:

- дільничні;
- приоб'єктні склади.

За спеціалізацією склади диференціюють на:

- універсальні;
- спеціалізовані.

В універсальних складах зберігають різні види матеріальних ресурсів широкої номенклатури.

У спеціалізованих зберігають окремі види матеріалів обмеженої номенклатури (силоса, бункери тощо) або визначений вид матеріалів, у тому числі, спеціальних (паливно-мастильні, хімічні тощо).

За засобами складської переробки розрізняють:

- механізовані,
- комплексно-механізовані,
- автоматизовані склади.

Для здійснення необхідних операцій склади мають підіймально - транспортне обладнання, стелажі, ваговимірювальне і протипожежне обладнання.

Розрізняють механізовані, комплексно-механізовані, автоматизовані і комплексно-автоматизовані, вантажно-розвантажувальні і складські роботи.

Кількість сипких матеріалів, що зберігаються окремо на складі, визначається видом і маркою бетону, продуктивністю та режимом роботи підприємства, умовами поставки матеріалів, видом транспорту, режимом його роботи, відстанню транспортування і визначається за формулою:

$$Q_{ск} = Q_{пл} \cdot D_{зан} \cdot K1 \cdot K2 \quad (1.1)$$

де:

$Q_{ск}$ кількість визначеного типу сировинних матеріалів, що необхідно зберігати на складі, метрів в кубі або тонн;

$Q_{пл}$ кількість матеріалу, необхідного для виробництва заданого об'єму

готової продукції підприємством за одну добу, метрів в кубі або тонн;

$D_{\text{зап}}$ норма запасу матеріалу на складі, діб, ОНТП-07-85;

$K1$ коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склад, рівний 1,5 для залізничного і 1,3 для автомобільного транспорту (ОНТП 07-85);

$K2$ коефіцієнт нерівномірності переробки на підприємстві матеріалів рівний 1,5.

При визначенні габаритів і місткості складів враховується кількість і вид матеріалу, призначеного для зберігання, норма складування, а також способи здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт на складі.

Місткість складів бункерного типу, що використовується для зберігання заповнювачів і цементу визначається за формулою:

$$V_{\text{бун}} = (ha^2 + ab^2 + b)/3, \quad (1.2)$$

де:

a - довжина сторони верхнього квадратного отвору, м;

b - довжина сторони випускного отвору, м;

h - висота бункера, м.

Кількість бункерів, потрібних для зберігання необхідної кількості конкретних матеріалів за видами і фракціями визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{ск}}}{V_{\text{бун}}} \quad (1.3)$$

де:

N - кількість бункерів, од;

$V_{\text{бун}}$ - місткість бункера, м³.

Для забезпечення достатнього фронту робіт під час розвантаження замінювачів, що надходять на склад штабельного типу заповнювачів розраховується довжина розвантажувального фронту, яка не повинна бути більшою, ніж довжина складу.

$$L = \Pi_{\text{тр}} l + C(\Pi_{\text{тр}} - 1), \quad (1.4)$$

де:

L - довжина розвантажувального фронту, яка дорівнює довжині штабельного складу для зберігання конкретного виду матеріалу, м;

$\Pi_{\text{тр}}$ - кількість транспортних засобів, одночасно розвантажуються;

l - довжина транспортного засобу, м (залізничного 24; автомобільного 6);

C - відстань між транспортними засобами при встановленні їх під розвантаження, яка становить для залізничного транспорту 1,5 м; для

автомобільного - 1м (при встановленні автомобілів перпендикулярно фронту розвантаження) і 2,5 м при встановленні їх вздовж фронту розвантаження.

Ширину штабельного складу для зберігання конкретного матеріалу визначають за формулою:

$$B = \sqrt{\frac{2Q_{ск}}{tg\alpha L \cdot K}}, \quad (1.5)$$

B - ширина складу, м;

K - коефіцієнт використання площі складу, який дорівнює 0.8;

α - кут природного нахилу матеріалу.

Підвищення ефективності будівельного виробництва значною мірою **залежить від покращення організаційних форм експлуатації будівельних і транспортних машин.** При цьому **вибір конкретної форми залежить від об'ємів і структури будівельно-монтажних робіт, виду споруджуваних об'єктів, рівня спеціалізації будівельно-монтажних організацій, територіальної концентрації будівництва, кількості будівельних і транспортних машин і структури їх парку.**

Нині діють декілька організаційних форм управління будівельно-транспортними машинами:

1. Усі машини знаходяться на балансі будівельної організації. Обслуговуванням і експлуатацією машин керує підрозділ головного механіка. За замовленнями будівельників будівельно-транспортні машини виділяють на об'єкти. При такій формі існують труднощі, які пов'язані з тим, що відносно невелика кількість різної техніки потребує відносно великої номенклатури запасних частин.

2. Усі машини знаходяться на балансі управлінь механізації, які входять до складу генпідрядних будівельних організацій. У цьому випадку будівельні організації отримують машини на умовах оренди або підяду.

Найбільш ефективно будівельно-транспортні машини в будівельному комплексі використовуються тоді, коли вони знаходяться на балансі підприємств механізації, які входять до складу матеріально-технічної бази будівництва. Такі підприємства або управління виконують будівельно - монтажні роботи механізованим способом, здійснюють експлуатацію будівельних машин і збільшення їх парку, виконують усі види ремонтів і технічного обслуговування машин, ведуть перебазування будівельних машин з одного будівельного об'єкта на інший, удосконалюють нові зразки обладнання.

Важливість ефективного використання транспортних засобів у будівництві обумовлюється тим, що витрати на транспортування вантажів складають 16...18% вартості будівельно-монтажних робіт. Найбільш масовим видом транспорту у будівництві є автомобільний, питома вага якого у витратах на транспортування вантажів для будівництва складає 75...80 %. Залежно від

виду вантажів, умов і відстаней для перевезень використовують різні автотранспортні засоби: бортові автомобілі, автосамоскиди, спеціалізовані автомобілі для різних будівельних конструкцій і обладнання, автопоїзди. Перевезення збірних залізобетонних виробів здійснюється спеціальними транспортними засобами.

Найбільш ефективно автомобільний транспорт використовується у будівельників тоді, коли він знаходиться на балансі автотранспортних підприємств, які входять до складу матеріально-технічної бази будівництва.

В будівництві також застосовують контейнерну і пакетну систему постачання вантажів, залізничний транспорт.

Запитання до лекції 1

1. Дайте визначення виробничої бази будівництва.
2. Які фактори впливають на формування складу виробничої бази будівництва?
3. Які фактори впливають на структуру і потужність виробничої бази будівництва?
4. Як поділяються підприємства виробничої бази залежно від тривалості використання?
5. Які виробничі підприємства входять до складу субпідрядних будівельних організацій?
6. Які будівлі та споруди використовуються для розміщення підприємств виробничої бази?
7. Які фактори впливають на вибір місця розташування підприємств виробничої бази?

Лекція 2. Підприємства виробничої бази з видобування та переробки нерудних будівельних матеріалів

План лекції

- 2.1. Класифікація родовищ та підприємств.
- 2.2. Кар'єри нерудних матеріалів.
- 2.3. Переробка каміння і гравійно-піскової суміші.
- 2.4. Склади нерудних матеріалів.

2.1. Класифікація родовищ та підприємств.

У сучасному будівництві визначилися такі основні **напрями використання нерудних будівельних матеріалів**:

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

Родовища нерудних будівельних матеріалів класифікуються за місцем розташування, обсягом запасів корисних копалин, характером їх залягання та потужністю, фізико – механічними та хімічними властивостями.

Запаси нерудних будівельних матеріалів поділяються на дві групи: балансові та позабалансові.

Балансові запаси повністю відповідають вимогам ДСТ та технічних умов на постачання нерудних будівельних матеріалів.

Позабалансові запаси характеризуються низьким вмістом корисної породи, малою потужністю промислових шарів, тому вони розглядаються як резервні.

За ступенем вивченості родовищ корисних копалин вони поділяються на три категорії А, В, С, з поділом третьої категорії на дві підгрупи С₁ і С₂.

До категорії А відносяться родовища, якість та умови залягання яких повністю вивчені та відзначені буровими свердловинами. Умови проведення гірничо – експлуатаційних робіт перевірені на досвіді роботи діючих кар'єрів, а запаси сировини забезпечують експлуатацію на протязі всього нормативного періоду.

До категорії В відносяться копалини, запаси яких розвідані та вивчені з детальністю, яка забезпечує лише основні відомості про особливості умов залягання, якість та їх технологічні особливості.

До категорії С₁ і С₂ відносяться родовища, запаси яких визначені лише на основі зрідженої мережі розвідувальних свердловин.

Запаси корисних копалин, як правило, повинні забезпечувати експлуатацію кар'єрів на протязі 10 - 15 років при обсязі матеріалу, що добувається **100 - 250 тис. м³ на рік**, та 20 - 25 років для більш потужних кар'єрів.

До показників, які характеризують фізико-механічні властивості копалини, слід віднести вагові характеристики матеріалу його щільність, зернистість ступень забруднення, тощо.

Комплексна оцінка економічної ефективності розробки даного родовища здійснюється з врахуванням мінімуму приведених витрат на одиницю продукції, її вартості, трудомісткості видобування та переробки.

В залежності від виду робіт підприємства з переробки нерудних матеріалів поділяються на подрібнювально-сортувальні, промивально-сортувальні і комбіновані.

Розрізняють підприємства малої, середньої та великої потужності; стаціонарні, збірно-розбірні та пересувні; спеціалізовані – продукція яких чітко визначена і призначена для випуску деталей або виробів вузької номенклатури, універсальні, які випускають широкий асортимент матеріалів.

Підприємства малої потужності (продуктивністю до 50 тис. м³/рік), як правило виконують тимчасові задачі, тому влаштовуються збірно-розбірними.

Підприємства середньої і великої потужності (з річною продуктивністю 250 тис. м³/рік і більше у більшості випадків) є стаціонарними.

2.2. Кар'єри нерудних матеріалів

Нерудними матеріалами, що застосовуються у будівництві є камінь, гравій, пісок або пісково-гравійні суміші, гравій, глина, крейда, тощо. В залежності від виду матеріалу, що добувається, кар'єри поділяються на камінні, пісково-гравійні, піщані та глиняні.

Кам'яні кар'єри у свою чергу поділяються на кар'єри рваного каменю, якій утворюється при підриві гірських порід (бутовий камінь), та штучного колотого каменю.

Піскові кар'єри поділяються на кар'єри гірського та річкового піску. В залежності від розташування на місцевості кар'єри поділяються на гірські, заплавні та руслові, за характером залягання корисної породи: з суцільним, пошаровим та лінзовим заляганням.

З розташуванням кар'єрів пов'язана організація робіт і способи їхньої розробки. **В гірських кар'єрах - сухі розробки**, у заплавних, що періодично затоплюються паводковими водами, і **в руслових кар'єрах матеріали видобуваються з-під води.**

За призначенням розрізняють кар'єри: промислові – постійно діючі підприємства, що обслуговують різних споживачів у районі їх розташування, сировинні, також постійно діючі, що постачають матеріали для підприємств які виготовляють будівельні матеріали і напівфабрикати, **будівельні** – тимчасові, що обслуговують окремі об'єкти під час їх будівництва.

Розміри кар'єру визначають на основі потрібного об'єму матеріалу з урахуванням його втрат (на недобори, при транспортуванні, на місцях складування), а також змінення фізичних властивостей.

Проектування кар'єру починається з розрахунку його проектної виробничої потужності, тому що цей показник визначає вибір технологічного обладнання, транспортних засобів, режиму праці тощо. **Проектна потужність кар'єру визначається в тис. м³ корисної породи і залежить від глибини та**

характеру розташування копалини, обсягу додаткових робіт, продуктивності вибраного обладнання. Для кар'єрів виробнича потужність визначається по видобуваючому обладнанню (екскаватор, скрепер, каменерізна машина).

Річна проектна виробнича потужність кар'єру:

$$M_{\text{річна}} = T_{\text{пф}} \times \Pi_{\text{годинна}} \times n \times r_{\text{вих}} / 1000,$$

де:

$T_{\text{пф}}$ — річний плановий фонд часу роботи обладнання, годин;

$\Pi_{\text{годинна}}$ — продуктивність однієї машини за годину, м³;

n - кількість одночасно працюючих машин, шт.;

$r_{\text{вих}}$ - коефіцієнт виходу корисної копалини.

Організація роботи в кар'єрах

До початку експлуатації кар'єрів **необхідно розробити капітальні та розрізні траншеї**.

Капітальні траншеї - це наклонні виїмки, які необхідно розробити для організації руху транспорту від робочих майданчиків, на яких встановлюють гірниче обладнання, до поверхні землі.

Розрізні траншеї - це виїмки у формі уступів для видалення порожньої породи і видобування корисних копалин (рис. 2.1).

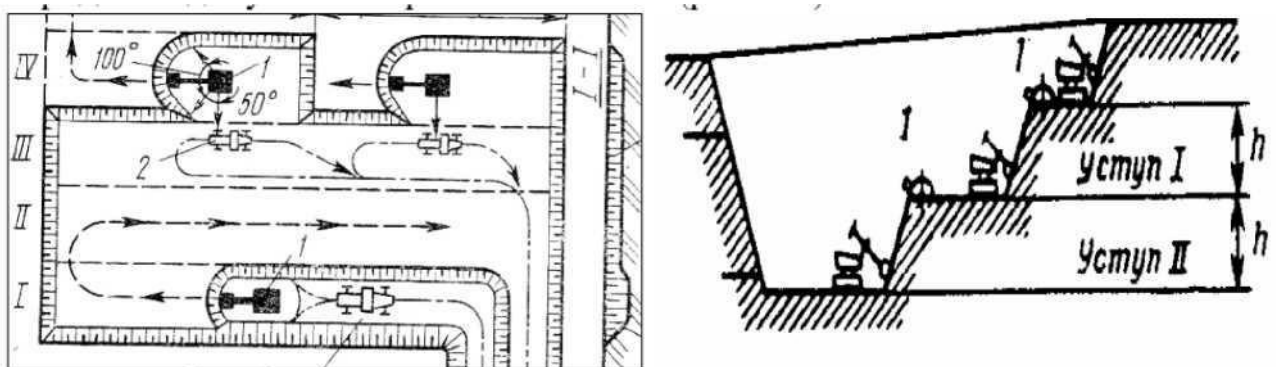


Рис. 2.1. Схема розробки кар'єру землерийними машинами: 1 - екскаватор в забої; 2 - автосамоскид

Непридатний для використання верхній шар ґрунту розробляють з переміщенням за межі кар'єру (при невеликій його площі), або у вироблений простір (при великих розмірах кар'єру). Корисний матеріал в сухих кар'єрах, зазвичай, розробляють екскаваторами - пряма лопата з навантаженням на транспортні засоби. На рис. 2.2. наведено схему виконання робіт з використанням драглайна.

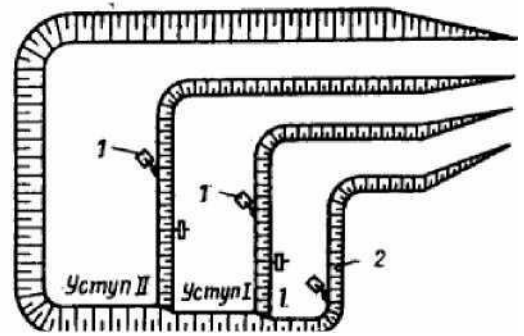
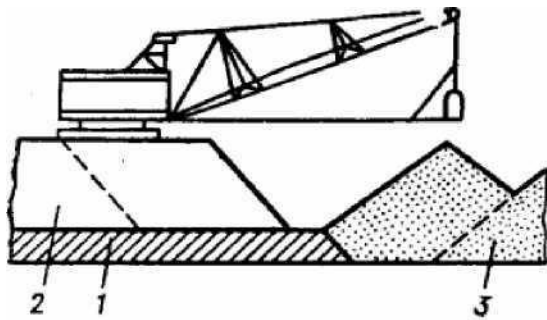


Рис. 2.2. Безтранспортна схема розробки кар'єру драглайном: 1 - корисна порода; 2 - пуста порода; 3 - відвал

Без транспортна схема ефективна для розробки кар'єрів із шаром пустої породи більше 15м. Якщо корисні копалини не можна видобути за один прохід, то використовують транспортну схему.

Склад робочих процесів при видобування каміння такий:

1. Розкривання кар'єру,
2. Буріння скелі.
3. Зарядження та підривання вибухівки.
4. Розробка дробленої скелі.
5. Буріння крупних негабаритних каменів.
6. Підривання негабаритів.
7. Підгортання каміння до забою.
8. Для вивезення видобутого матеріалу влаштовують виїзди з кар'єру.

Для видобування корисних копалин звичайно використовують будівельні екскаватори з ковшами ємністю 0,5 - 2,5 м³. Для комплексної механізації робіт перспективними є машини безперервної дії: роторні екскаватори, фрезерні навантажувачі тощо.

Пересування порід у відвал і перевезення корисних копалин на заводи здійснюється автомобільним, конвеєрним, залізничним транспортом. У гірних районах використовують канатні дороги, скіпові підйомники. Ефективним засобом комплексної механізації відкритих гірничих робіт є гідромеханізація (рис. 2.3).

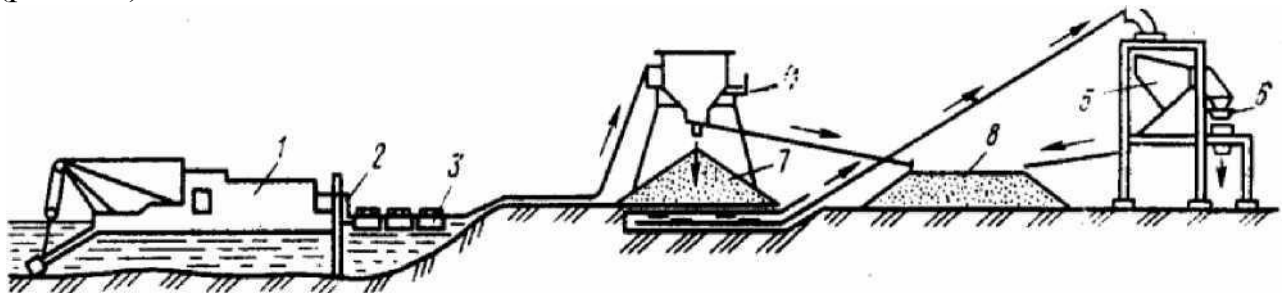


Рис. 2.3. Схема видобування піску на гідро-механізованому кар'єрі: 1 - земснаряд, 2 - пульпопровід, 3 - понтони, 4, 5 - грохоти-класифікатори, 6 - конвеєр, 7 - карта намиву піску, 8 - склад гравію

В заплавлених та руслових кар'єрах піску використовують для розробки екскаватори - драглайн, або землевсмоктуючі установки. Позитивною рисою такого методу видобування корисних копалин є можливість отримання високоякісного матеріалу потрібних фракцій, відмитого від шкідливих домішок. Собівартість видобування матеріалів способом гідромеханізації на 30-40% менше, ніж при «сухому» способі.

2.3. Переробка каміння і гравійно-піскової суміші

Видобуті у кар'єрах природні матеріали, як правило, не можна використати без додаткової переробки. Вони потребують приведення до вимог, що висуваються при виготовленні з них подальшої продукції: до відповідної крупності частинок, гранулометричного складу, однорідності, міцності, вмісту домішок, тощо.

Переробку матеріалів виконують на спеціалізованих установках і підприємствах. Камінь на щебінь переробляють на подрібнювально-сортувальних підприємствах, а гравійно-піскові суміші і пісок на промивально-сортувальних. Матеріали доцільно переробляти на місці їх видобування, щоб не перевозити відходи, що створюються під час технологічних процесів.

Технологічні схеми по виробництву заповнювачів для бетону визначаються властивостями сировини, номенклатурою та якістю продукції, типом обладнання із урахуванням комплексності використання сировини, економії матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів (рис. 2.4).

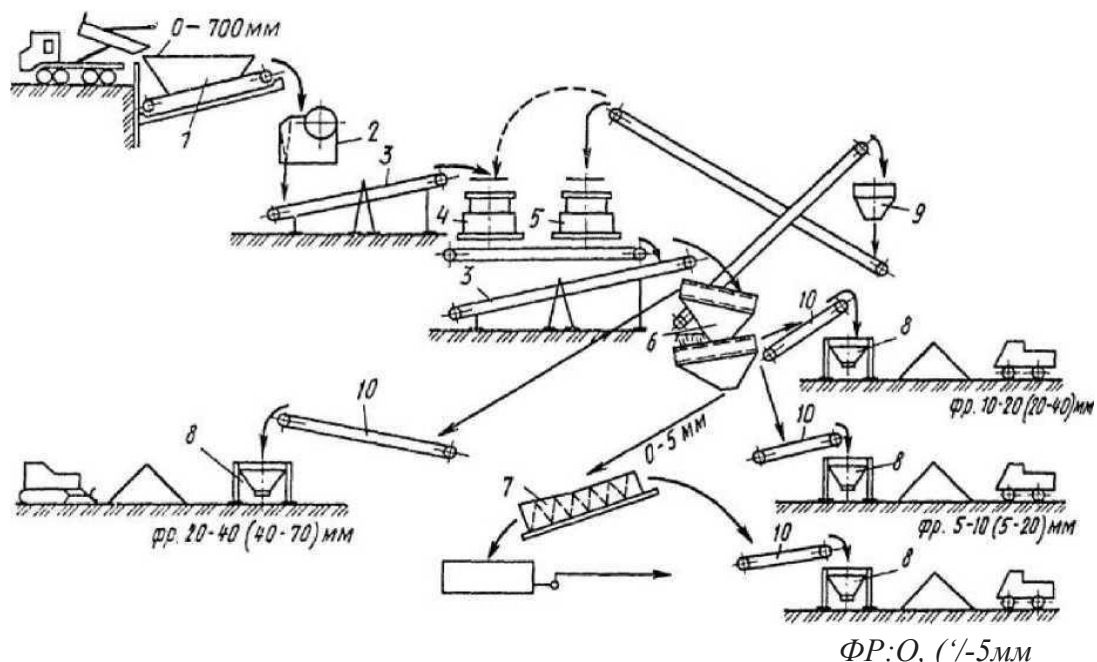


Рис. 2.4. Схема ланцюгу апаратів збірно-розбірної автоматизованої дробильної лінії по переробці вивержених порід 1 - бункер-підживлювач; 2 - дробарка крупного дроблення; 3 - стрічкові конвеєри; 4, 5 - дробарки середнього і дрібного дроблення; 6 - сортувальники; 7 - промивочний агрегат; 8, 9 - бункерні склади; 10 - конвеєр-укладальник

Основними характеристиками матеріалу для переробки є міцність, однорідність, абразивність, розмір каміння, кількість і вид забруднення.

Виробництво щебеню. Основні операції при переробці каменю на щебінь такі:

- дроблення крупних фракцій до заданих розмірів в подрібнювачах каменю різних типів;
- сортування та грохочення суміші частинок різних розмірів на необхідні групи фракцій з допомогою грохотів та сортувалок;
- збагачення - переробка з метою видалення з суміші непридатних для наступного використання камінних матеріалів слабкої міцності, морозостійкості, недостатньої щільності;
- грануляція - спеціальна обробка частинок каменю для надання їм округлої форми;
- перечистка - додаткове сортування і перемивання матеріалів безпосередньо перед виготовленням з них продукції (бетон) у випадках забруднення їх при транспортуванні або зберіганні на складі.

Переробка гравійно - піскових сумішей. В природних заляганнях піску і гравію, зустрічаються валуни, пилюваті та глинисті частинки. Валуни видаляють і використовують з іншою метою, або видаляють за межі кар'єру.

Основні операції при переробці суміші:

1. Первинне грохочення для поділу сумішей на пісок (0,15...5мм), гравій (5...150мм) і валуни (≥ 150 мм);
2. Промивання піску, промивання гравію;
3. Дроблення валунів, сортування гравію, і щебеню за крупністю;
4. Обезводнення;
5. Збагачення;
6. Складування;
7. Доставка.

Спосіб переробки сумішей залежить від способу їх видобування: землерийними машинами або засобами гідромеханізації. У першому випадку суміш поступає в стані природної вологості в другому у вигляді пульпи. Крім того велике значення має вміст в суміші пилюватих та глинистих часток. В залежності від цих факторів при видобуванні землерийними машинами процес переробки може бути сухим або мокрим.

Сухий процес застосовують при невеликій забрудненості суміші пилюватими та глинистими частинками (у сумі не більше 3-5 %). **При більшій забрудненості суміші застосовують мокрий процес.**

Сухий процес полягає у сортуванні матеріалу за крупністю, Промивання в цьому випадку допомагає кращому відокремленню піску від гравію. Матеріал промивають на грохотах з бризгал-трубок з отворами, що направляють струмені води під кутом до поверхні сита назустріч руху матеріалу по ньому.

Мокрий процес полягає в грохоченні матеріалу і промиванню його для видалення пилюватих і глинистих частинок з допомогою миючих машин і пристроїв – миюче-сортувальних барабанів, гравіємийних барабанів, піскомийок. Надалі матеріал зневоднюють на ситах, у відстійниках і бункерах,

що мають дренажні пристрої.

При добуванні матеріалу у кар'єрах засобами гідромеханізації він поступає на переробку у вигляді пульпи. Цей спосіб видобування виключає процес промивання.

Для видалення пилюватих і глинистих частинок піскову пульпу перероблюють у гідравлічних класифікаторах, робота яких заснована на осіданні у водному середовищі ґрунтових частинок різної крупності з різною швидкістю.

Зневоднення піскової пульпи здійснюється у відстійниках з дренажними пристроями у вигляді перфорованих труб, розташованих у середині гравійних фільтрів. При зневодненні піску безпосередньо в штабелях влаштовують дамби обвалування з відводом води через скидні колодязі і дренажні пристрої.

Грохочення – процес відокремлення корисної копалини на класи по крупності шляхом просіювання його через одне чи декілька сит. Матеріал, що поступає на грохочення, називається вихідним. Матеріал, що залишився на ситі називається надрешетним продуктом, а той що пройшов крізь отвори сита – підрешетним. Клас, що використовується в господарстві як готовий товарний продукт, називається сортом.

Виділяють три види грохочення: попереднє, остаточне, контрольне.

Попереднє грохочення – виділення із матеріалу дрібних фракцій, які не потребують подрібнення на даній стадії виробництва. **Остаточне грохочення** – сортування подрібненого матеріалу. **Контрольне грохочення** – вибір великих кусків для повернення їх на подрібнення та отримання готової продукції до заданого зернового складу.

В залежності від крупності вихідного матеріалу і розміру отворів просіваючої поверхні грохоту розрізняють такі види грохочення:

Таблиця 2.1

Види грохочення	Вихідний матеріал, мм	Розмір отвору, мм
крупне	1200	300-100
середнє	350	60-25
мілке	75	25-6
тонке	10	5-0,5
особливо тонке	1	до 0,05

Машини і обладнання, що виконують процес грохочення, називають грохотами. В якості робочої частини грохотів використовують сита, решета чи колосникові решітки.

При виробництві нерудних будівельних матеріалів застосовується 2-, 3-, 4-стадійне дроблення скальних порід. Схеми дроблення вибирають із урахуванням властивостей сировини, типу обладнання при умові забезпечення найбільшого виходу якісного заповнювача.

При використанні сировини, що вміщує м'які породи, та для отримання високоякісного щебеню застосовують спеціальні засоби збагачення:

1) **Вибіркове подрібнення** – інтенсивне руйнування в процесі дроблення м'яких кусків породи та видалення їх грохоченням;

- 2) **Збагачення в важких середовищах** – відокремлення неоднорідних за густиною зерен матеріалу в середовищі, густина якого знаходиться між густинами зерен матеріалу;
- 3) Класифікація неоднорідних зерен матеріалу в потоках води;
- 4) Збагачення щебеню за формою здійснюють в дробарках ударної дії або грануляторах.

2.4. Склади нерудних матеріалів

Для зберігання піску, щебеню і гравію використовують в основному склади відкритого типу. У небагатьох випадках, коли до якості цих матеріалів висуваються підвищені вимоги (стабільна вологість, позитивні температури взимку, тощо), використовують закриті склади.

На складах відкритого типу всі матеріали зберігають за фракціями в штабелях або траншеях. За формою укладання матеріалів розрізняють штабелі: призматичні, конусні, траншейні, траншейно-штабельні. В залежності від способу доставки, форми штабелів, їх розмірів для укладання матеріалів використовують стрічкові транспортери, автомобільні мостові естакади, спеціалізовані штабеле-укладальники, підвісні канатні дороги. Ємність складів продукції приймають із розрахунку 7 – 15 добового запасу.

Запитання до лекції 2

1. Як оцінити ефективність розробки нових родовищ?
2. Якими способами можна добувати нерудні будівельні матеріали?
3. Назвіть операції технологічного циклу видобутку нерудних матеріалів.
4. Від чого залежить виробнича потужність кар'єра?
5. Назвіть операції технологічного циклу переробки нерудних матеріалів.
6. Що таке класифікація нерудних матеріалів?
7. Які існують способи зневоднювання нерудних матеріалів?
8. Назвіть прийоми збагачення щебеню.

Лекція 3. Виробництво керамічних виробів

План лекції

- 3.1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів.
- 3.2. Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).
- 3.3. Основи технології керамічних матеріалів і виробів.
- 3.4. Загальна технологічна схема виготовлення керамічних виробів.

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

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

- стінові - цегла звичайна, цегла й каміння порожнисті й пористі;
- 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;
- трубит - дренажні й каналізаційні;
- заповнювачі для легких бетонів - керамзит, аглопорит;
- санітарно-технічні вироби - ванни;
- дорожня цегла;
- вогнетривкі матеріали.

У якості сировини використовують глини, суглинки, глинисті сланці, аргіліти, леси. Можуть бути застосовані також інші види мінеральної сировини, в тому числі діатоміти, трепели, кварцити, магнезити, боксити, хромисті залізняки та деякі промислові відходи. Для одержання технічної кераміки використовують чисті оксиди алюмінію, кальцію, магнію, діоксиди цирконію, торію тощо.

3.1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів.

Сировину для виробництва будівельної кераміки **поділяють на пластичну і непластичну**. До **пластичної сировини відносять** глинисті породи, які забезпечують одержання зв'язної, зручної до формування маси і міцного водостійкого черепка після випалювання. **Непластична сировина** - це добавки, які покращують технологічні властивості формувальної суміші (полегшують сушіння, зменшують усадку, знижують температуру випалювання) і надають готовим виробам потрібних властивостей (пористості, теплопровідності, кольору тощо).

Спіснювальні добавки вводять у керамічну масу, щоб знизити пластичність і зменшити повітряну та вогневу усадку за рахунок меншої водопотреби формувальної маси. Для цього використовують шамот, дегідратовану глину, кварцовий пісок, гранульований шлак, золу ТЕС. Шамот - це зернистий порошок із зернами 0,16...2,5мм, який отримують подрібненням попередньо випаленої до спікання глини. Шамот поліпшує сушінні властивості глин. Дегідратовану глину одержують її випалюванням при

температурі 700...750 °С з наступним подрібнюванням.

Плавні знижують температуру випалювання й спікання глини, підвищують щільність виробів. Як плавні використовують польові шпати, залізну руду, доломіт тощо. Вони здатні утворювати з SiO_2 та Al_2O_3 більш легкоплавкі силікатні розплави.

Поротвірні добавки вводять у сировинну масу для одержання легких керамічних виробів. Такими добавками є магнезит, крейда, доломіт, які під час випалювання виділяють CO_2 , а також вигоряючі добавки - тирса, відходи вуглезбагачувальних фабрик, золи ТЕС, лігнін, подрібнене буре вугілля.

Пластифікуючі добавки сприяють підвищенню пластичності маси й поліпшенню її здатності до формування при отриманні виробів. До них належать високо пластичні глини, бентоніти, а також поверхнево-активні речовини типу лігносульфонату технічного ЛСТ).

3.2. Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).

Глазур - це склоподібне покриття, завтовшки 0,1...0,2мм, яке наносять на поверхню керамічного виробу і закріплюють випалюванням. Крім підвищення декоративних властивостей, глазур знижує водопроникливість, підвищує міцність та атмосферостійкість керамічних виробів. Основні компоненти глазури: кварц, польовий шпат, каолін, солі лужних та лужноземельних металів. Глазури наносять методами занурення, поливання або пульверизацією на попередньо випалені вироби у вигляді водної суспензії. При випалюванні тверда речовина глазури розплавляється у вигляді тонкої плівки.

Ангоб виготовляють з білої або кольорової глини. Ангоб при випалюванні не розплавляється і надає виробу матової поверхні.

Керамічні фарби - це забарвлені мінеральні сполуки металів із керамічними масами і глазурями, утворені у процесі випалювання. Барвниками в них є природні або штучні пігменти (наприклад, графіт-сірий, оксид заліза-коричневий, оксид хрому-зелений).

3.3. Основи технології керамічних матеріалів і виробів.

Обробка глинистої сировини може бути природною (використання атмосферних процесів - зволоження і висихання, заморожування і відтавання, вивітрювання), механічною (рихлення, подрібнення з видаленням каміння, дозування з добавками, тонке подрібнення) та комбінованою, з фізико-хімічною обробкою (паро- зволоженням, вакуумуванням), введенням спеціальних добавок (пластифікуючи, спіснювальних, вигоряючих) та вилежуванням обробленої маси у шихтозапасниках.

Природний спосіб обробки сировини вимагає багато часу, великих площ і не забезпечує повного видалення кам'янистих включень. Механічний спосіб є більш ефективним.

Переробку сировинної маси та формування виробів залежно від властивостей вихідної сировини й виду виробів, що виготовляються, виконують пластичним, напівсухим або шлікерним (мокрим) способами.

Пластичне формування застосовують тоді, коли глиниста сировина волога,

пухка. Пластична маса зволожується до вологості 20...25%. Такий спосіб передбачає формування виробів на стрічкових пресах.

Шлікерний (мокрый) спосіб полягає в тому, що вихідні матеріали подрібнюють разом з водою в кульовому млині при вологості 45...60% до одержання однорідної маси. Методом лиття виготовляють вироби складної конфігурації та тонкостінні.

Проміжною операцією технологічного процесу виробництва керамічних виробів є *сушіння*. Воно необхідне для надання сирцю механічної міцності й підготовки його до випалювання. Сушіння виробів може бути природним (на відкритому повітрі) та штучним (у спеціальних пристроях - сушарках). Режим сушіння у сушарках: температура теплоносія 130...170 °С, тривалість сушіння 30...72 год.

3.4. Загальна технологічна схема виготовлення керамічних виробів.

Незважаючи на широкий асортимент керамічних виробів, різноманітність їхніх форм, фізико-механічних властивостей та видів сировинних матеріалів, основні етапи виготовлення таких виробів спільні: потрібно видобути сировинні матеріали, підготувати сировинну масу, сформувати вироби (сирець), висушити їх, випалити, обробити та впакувати.

Готуючи сировинні матеріали, насамперед руйнують природну структуру глини, вносять добавки, зволожують до потрібної формувальної вологості й утворення зручної для формування глиняної маси.

Переробку сировинної маси та формування виробів залежно від властивостей вихідної сировини й виду виготовлюваних виробів виконують пластичним напівсухим або шлікерним (мокрим) способами.

Застосовуючи *пластичний спосіб* формування виробів, глину подрібнюють на вальцях грубого і тонкого помелу. Після подрібнення глину подають у глинозмішувач, де вона перемішується з добавками до однорідної пластичної маси й зволожується до вологості 20...25%. Такий спосіб передбачає формування виробів на стрічкових пресах, які можуть бути вакуумними і без вакуумними. Для формування порожнистої цегли і керамічного каміння у мундштуці преса встановлюють порожнино-утворювальне осердя, що складається із скоби, до якої прикріплено стержні порожнино-утворювачі. Вакуумування глини дає змогу видалити з неї повітря знизити формувальну вологість на 3...4%, поліпшивши вдвічі-втричі формувальні та міцнісні властивості сирцю. Глиняний брус, який виходить з-під преса, розрізають автоматичним різальним апаратом на вироби заданого розміру.

Пластичним формуванням виготовляють звичайну та порожнисту цеглу, каміння, керамічні труби.

За *напівсухим способом* виробництва глину спочатку подрібнюють і підсушують до вологості 6...8%, потім подрібнюють у дезінтеграторах, просівають, зволожують порошок парою до вологості 8...12% і ретельно перемішують у глинозмішувачі. Підготовлену масу пресують на гідравлічних або механічних пресах під тиском 15...40 МПа. Відформовані вироби випалюють у тунельній або щілинній печі.

Напівсухий спосіб переважає пластичний, оскільки не потребує сушіння

виробів і дає змогу використовувати мало пластичні глини, завдяки чому зменшується потреба у виробничих площах і кількості працівників. Проте цегла напівсухого пресування має меншу морозостійкість.

Запитання до лекції 3

1. Охарактеризуйте способи отримання керамічних виробів.
2. Складіть технологічну схему виробництва керамічної цегли.
3. Наведіть вимоги до сировинних матеріалів при виробництві керамічних виробів.
4. Наведіть режими для сушіння для випалювання кераміки.

Лекція 4. Виробництво пористих штучних заповнювачів на основі природньої сировини

План лекції

4.1. Виробництво керамзиту

4.2. Виробництво аглопориту

Пористі заповнювачі представлені такими матеріалами: керамзитовий, аглопоритовий, термолітовий, глинозольний гравій, щебінь і пісок; спучений перлітовий та вермикулітовий щебінь і пісок; сланцепоритовий гравій та щебінь; шлакова пемза; термоліт.

Виробництво штучних пористих заповнювачів базується на 4 методах поризації:

- завчасне спінювання вихідної шихти з механічним обмеженням газоподібної фази (піносілікат);
- спучування розплаву під час штучного введення у розм'якшений матеріал газо- та пароподібної фази (шлакова пемза);
- вигорання органічних добавок або домішок (пориста цегла);
- поризація вихідної шихти (керамзит, аглопорит).

4.1. Виробництво керамзиту.

Характеристика керамзиту:

Керамзитовий щебінь і гравій (ДСТУ Б В.2.7-17-95. Гравій, щебінь і пісок штучні пористі. Технічні умови. Зміна № 1) насипною густиною від 250 до 600 кг/м³.

Керамзитовий пісок – густиною від 500 до 1000кг/м³.

Марка за міцністю – від П25 до П125.

Водопоглинання за масою протягом години – 20..30%

Фракції: 5..10, 10...20, 20...40 мм; пісок – до 5мм.

Керамзит екологічно і біологічно чистий, поєднує конструкційні та теплоізоляційні властивості;

Не взаємодіє з агресивним середовищем;

При високих температурах не горить і не утворює шкідливих газів;

Має добрі звукоізоляційні властивості.

Сировина для виробництва керамзиту.

Сировиною для виробництва керамзиту є осадові глини і суглинки.

Для покращення якості керамзиту використовують різні добавки:

- для підвищення міцності – мінеральні добавки (трепел, тугоплавкі глини, перліт, пиріт, рутил).

Для зниження насипної густини і розширення інтервалу спучування – органічні добавки – нафту, мазут, солярове масло, гідролізну смолу та органо-мінеральні – деревну тирсу, буре і кам'яне вугілля, торф, шлак, золу;

Для зниження температури випалювання – лужні і лужно-цементні добавки – кухонну сіль, гашене вапно.

Технологічний процес виробництва керамзит у складається з таких стадій:

1. Добування сировини в кар'єрі та її транспортування у глинозапасник;
 2. Переробка вихідної сировини і отримання гранул з однорідної керамічної маси або зерен встановлених розмірів;
 3. Термічна обробка сирцевих гранул або зерен, що включає: сушіння, випалювання, та охолодження готового продукту;
 4. Сортуння, а при необхідності часткове подрібнення;
- розподіл готового продукту за насипною густиною;

- складування і відвантаження керамзиту.

Способи переробки глинистої сировини.

1. **Сухий спосіб** використовують для переробки однорідної за складом глинистої сировини (сировину подрібнюють, розсівають за фракціями і подають на випалювання зі спучуванням. Вологість не перевищує 9...16%);
2. При **пластичному способі** глину перероблюють у зволоженому стані у вальцях, глинозмішувачах, із пластичної маси з вологістю 20% формують гранули на дірчастих вальцях, які підсушують в сушильному барабані до вологості 5%;
3. За **порошково-пластичним способом** глину перемелюють в порошок, потім звожують і формують гранули з вологої пластичної маси;
4. **Мокрий (шлікерний) спосіб** складається з подрібнення глинистої сировини, приготування шламу вологістю 50%.

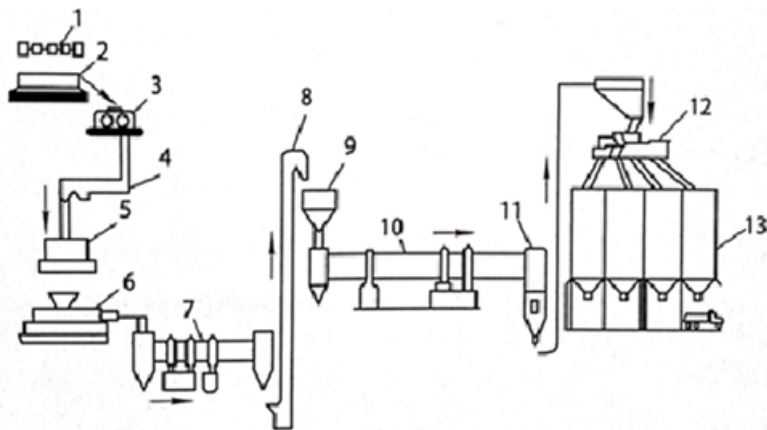


Рис. 4.1. Технологічна схема керамзиту з використанням однорідної сировини:

- 1 – глинорозпушувальна машина; 2 – ящиківий живильник; 3- вальці для видалення каміння; 4 – глинозмішувач; 5 – глинотерка; 6 – стрічковий прес;
7 – сушильний барабан; 8- елеватор; 9 – бункер запасу; 10 – обертова піч;
11 – шаровий холодильник; 12 – гравієсортувалька; 13 – силосний склад

Режими технологічного процесу:

Весь процес триває 45 хв;

Зони обертової печі:

підігрів до 500 - 30 хв,

процес спучування – 10...12 хв,

охолодження до 600..700 - 20 хв.

Охолодження до температури 50..70 в барабанному колосниковому холодильнику

Сортування щебеню на три фракції: 5..10; 10..20; 20..40 мм і піску 0..1,2 і 1,2..5 мм на віброгрохотах, грохотах-буратах і гравіє-сортувальницях

4.2. Виробництво аглопориту

Аглопорит – це пориста склоподібна пемза з крупними відкритими порами і великою кількістю закритих пор. Загальна пористість аглопориту 40...60%.

Насипна густина аглопоритового щебеню і гравію – 400...900 кг/м³, піску – 600...1100 кг/м³. Міцність щебеню – 0,5...2,0 МПа, гравію – 0,5...1,5 МПа;

щебінь фракцій 5...10; 10..20; 20..40 мм; пісок – 0...1,25; 1,25...5 мм.

Сировина для виробництва аглопориту.

1. Глиниста сировина для виготовлення аглопориту – легкоплавкі глини, що не здатні до спучування або слабо спучуються та суглинки вогнетривкістю від 1150 до 1250 °С; 2. Відходи промисловості – відходи добування сланців та вугілля, відходи вуглезбагачення та золи і шлаки ТЕС 3. Добавки, які підвищують швидкість спікання глинистої сировини, а також збільшенню потужності агломераційних машин – деревна тирса, лігнін (відходи гідролізу деревини), зола

Технологічний процес виробництва аглопориту:

1. Підготовка глинистої сировини, палива і добавок:
 - подрібнення каменеподібного глинистого матеріалу, паливного шлаку і сланцевих шахтних порід;
 - дозування компонентів;
2. Перемішування зі зволоженням.
3. Гранулювання.
4. Обжиг в агломераційній машині.
5. Охолодження в холодильнику;
6. Подрібнення в валковій дробарці;
7. СОРТУВАННЯ І ГРАВІЕСОРТУВАЛЦІ;
8. Складування.

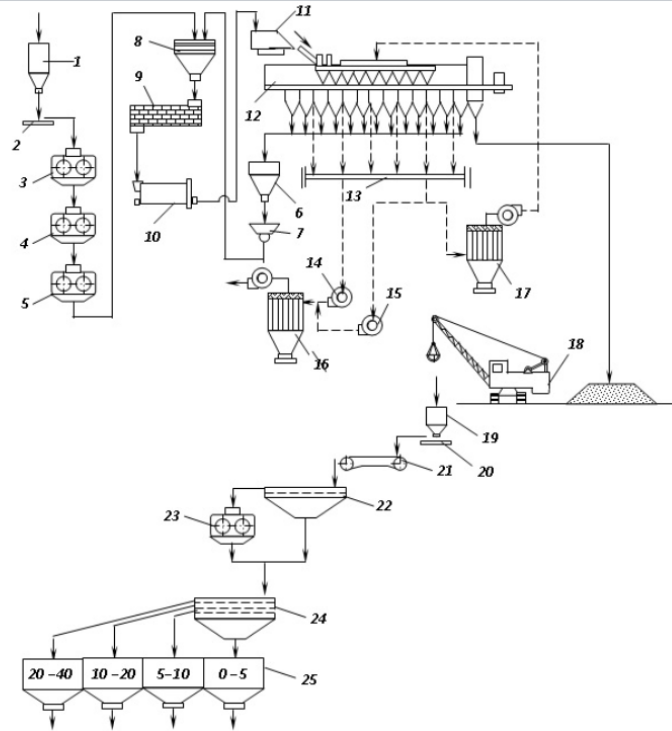


Рис. 4.2. Схема виробництва аглопориту з відходів вуглезбагачення
 1, 6, 19 – бункери; 2, 20 – живильники; 3, 4, 5, 23 – дробарки; 7 – дозатор;
 8,9 – змішувачі; 10 – гранулятор барабанний; 11 – укладальник;
 12 – агломераційна машина; 13 – колектор газів; 14, 15 – димососи;
 16, 17 – пиловловлювачі батареїні; 18 – екскаватор; 21 – конвеєр;
 22, 24 – грохоти; 25 – бункери продукції

Запитання до лекції 4

1. Назвіть основні характеристики керамзиту.
2. Визначте основні технологічні переділи виробництва керамзиту.
3. Які температурні режими обжигу керамзиту в обертівій печі.
4. Що є сировиною для виробництва аглопориту.
5. Що представляє собою агломераційна машина.

План лекції

- 5.1. Класифікація мінеральних в'язучих речовин.
- 5.2. Повітряні в'язучі матеріали та вироби на їх основі.
- 5.3. Магнезійні в'язучі речовини.
- 5.4. Гідравлічні в'язучі матеріали.
- 5.5. Спеціальні цементи.

5.1. Класифікація мінеральних в'язучих речовин.

В'язучі речовини (ДСТУ Б А.1.1 – 44. Система стандартизації та нормування в будівництві. Сировина мінеральна для виробництва в'язучих речовин. Терміни та визначення) – це порошкоподібні або рідкі матеріали, які одержують з сировини (мінеральної або органічної) внаслідок технологічних переробок, що забезпечують їм подальші властивості утворювати пластично-в'язке тісто, здатне за рахунок фізико-хімічних процесів самочинно тверднути, переходити в каменеподібний стан і зберігати міцність за часом на повітрі або в воді.

Мінеральні в'язучі розподіляють на:

- **Повітряні** – гіпс будівельний, формувальний, високоміцний, високовипалювальний; вапно негашене грудкове і негашене молоте, гідратне вапно і вапняне тісто
- **Гідравлічні** – набирають міцність як на повітрі, так і у воді. Це гідравлічне вапно, романцемент, портландцемент, шлакопортландцемент, пуцолановий цемент, шлаколужне в'язуче;
- **В'язучі автоклавного твердіння** твердіють в середовищі насиченої пари при тиску 0,8...1,2МПа та температурі 160...200. Це вапняно-кремнеземні, білітошлакові та білітокремнеземні в'язучі, а також безклінкерні шлакові і зольні.

Говорячи про в'язучі речовини ми повинні сказати про бетон та залізобетон, тому що **головною** складовою будь-якого бетону є **в'язучі речовини**.

Залізобетон –будівельний матеріал, в якому поєднані бетон і сталева арматура, які різняться своїми властивостями і працюють в конструкції спільно.

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

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

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

Процес твердіння в'язучих речовин починається з процесу тужавіння (переходу цементного тіста з пластичного стану в твердий без набору міцності) з наступним протіканням процесів твердіння, що пов'язані з набором міцності каменю у часі за рахунок синтезу та перекристалізації гідратних новоутворень.

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

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

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

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

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

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

За вмістом інгредієнтів виділяють *чисті і змішані мінеральні в'язучі матеріали*. Останні, крім основного компоненту, що обумовлює головним чином їх в'язучі властивості, включають активні мінеральні добавки і наповнювачі.

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

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

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

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

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

Повітряні в'язучі речовини можуть твердіти та набирати міцності у

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

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

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

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

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

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

Твердіння гіпсових в'яжучих речовин відбувається за відповідною реакцією.

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

Гіпс є екологічно безпечним, негорючим та вогнестійким матеріалом.

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

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

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

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

Вироби на основі гіпсових в'яжучих речовин характеризуються високими тепло- та звукоізоляційними властивостями, є неспалимыми, корозійно- та біостійкими, завдяки пористості здатні змінювати відносну вологість. Вироби, що отримані на основі звичайних та змішаних гіпсових в'яжучих речовин за призначенням поділяють на конструкційні (стінові камені, плити й панелі для перегородок, перекриттів), облицювальні (гіпсокартонні листи або «суха штукатурка»), теплоізоляційні вироби (цегла, плити, сегменти для ізоляції трубопроводів); акустичні вироби (плити, армовані скловолокном із наскрізною перфорацією); архітектурно-декоративні деталі (колони, капітелі, карнизи, балясини, ніші, арки, фриз).

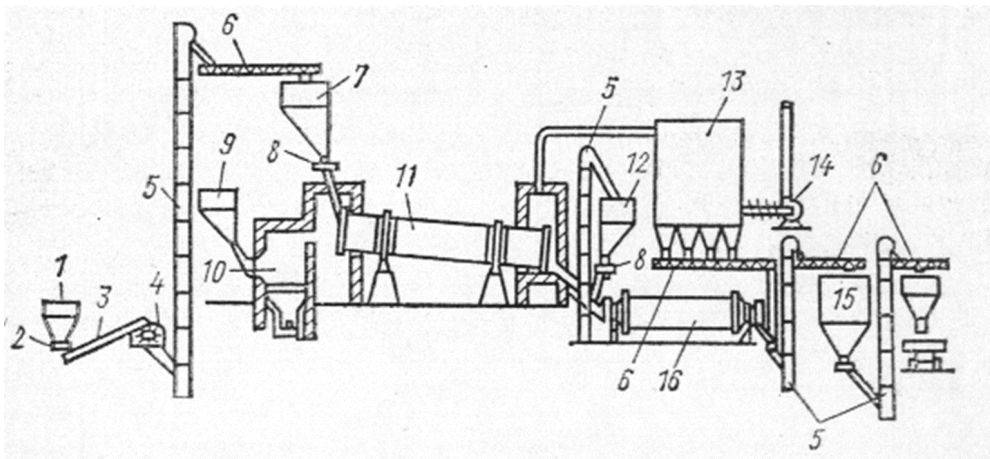


Рис. 5.1 Схема виробництва гіпсового в'язучого з використанням обертових печей

1 - приймальний бункер; 2 - пластинчатий живильник; 4 - дробарка щокová; 5 - елеватор; 6-шнек; 8 - дозатор; 11 - обертова піч; 13 - бункери; 14 - вентилятор; 16 - кульовий млин.

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

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

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

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

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

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

Найбільш радикальне рішення з підвищення водостійкості гіпсових в'язучих було досягнуте при отриманні гіпсоцементнопуццоланових і гіпсоцементношлакових в'язучих (ГЦПВ і ГЦПШ), а також запропонованих останніми роками композиційних гіпсових в'язучих низької водопотреби (КГВ). Змінюючи склад цих в'язучих можна отримувати матеріали з коефіцієнтом розм'якшення 0,6...0,8 і вище.

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

глинистих домішок.

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

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

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

Виробництво вапна на установці з «киплячим шаром»

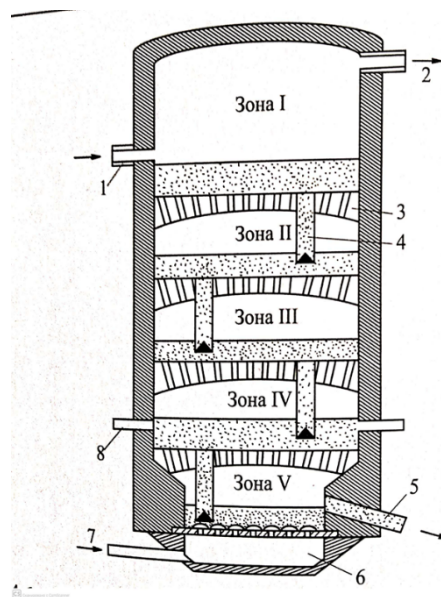


Рис. 5. 2. Схема установки для випалювання вапна в «киплячому шарі»:

1 – завантаження вапняку; 2 – відведення газів на очищення; 3 – гратчасте склепіння; 4 – пересипна труба; 5 – вивантаження готового продукту; 6 – повітряна коробка з решіткою; 7 – подавання стислого повітря; 8 – горілки

Подрібнений вапняк подають у верхню частину печі. Мазут чи газ надходить в четверту зону, де відбувається його згоряння. Повітря аерує шар вапняку. По мірі надходження нових порцій «киплячий» вапняк пересипається в нижню зону, де піддається інтенсивному теплообміну.

Технологія гашення вапна

Основні стадійні процеси отримання гідратного вапна:

1. Подрібнення в молоткових або ударно – відцентрових дробарках негашеного вапна до часточок розміром 5...10 мм, що скорочує тривалість гашення.

2. Гашення вапна в гідраторах періодичної або безперервної дії на протязі 30...35 хв.

3. Догашування в силосах, де вапно вилежується протягом 1..2 діб;

4. Відсіювання часточок, що не погасились, у повітряному сепараторі або на ситах.

5. Пакування гашеного вапна у багатошарові паперові мішки і транспортування на будівельні об'єкти або до розчино-змішувальних цехів.

5.3. Магnezіальні в'язучі

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

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

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

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

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

5.4. Гідралічні в'язучі матеріали.

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

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

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

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

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

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

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

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

Тип 1 – має в своєму складі від 0 до 5% мінеральних добавок; марки цементів – 300, 400, 500, 550, 600;

Тип 2 – з мінеральними добавками від 6 до 35%; марки цементів – 300, 400, 500, 550, 600;

Тип 3 – шлакопортландцемент– добавок від 36 до 80% (мелений гранульований доменний шлак) марки 300, 400, 500;

Тип 4 – пуцолановий цемент – добавок (наприклад, трепел) від 21 до 55%, марки 300, 400, 500;

Тип 5 – композиційний цемент – від 36 до 80% добавок; марки 300, 400, 500.

Сировина для виробництва цементу

Це карбонатні породи (75%) – вапняки, крейда, черепашники, вапнякові туфи. Найбільші родовища – Хмельницька (Гуменецькі вапняки), Тернопільська, Сумська, Львівська, Миколаївська області.

Також використовують алюмосилікатний компонент клінкеру (25%) – глини, суглинки, леси, мергелі – суміші вапняків з глинами та доменні і гранульовані шлаки, золи, відходи вуглезбагачення, нефеліновий шлам.

Технологічний процес виробництва цементу

Виробництво поділяють на дві стадії:

1. Видобування і транспортування сировини (вапняку і глини); її подрібнення і приготування шихти, випалювання шихти з отриманням напівфабрикату – цементного клінкеру;

2. Сушіння добавок і помел клінкеру з гіпсом і добавками (може проводитись і на іншому підприємстві).

Оптимальна потужність цементного заводу – 2 млн.т/рік. Для цього потрібно 3,5 млн.т. сировини.

Цементні заводи розміщені поблизу кар'єрів

Видобування проводять відкритим способом за допомогою скреперів, екскаваторів, гідромеханізмів.

Транспортування відбувається підвісною канатною дорогою, стрічковими конвеєрами, самоскидами і думпкарами.

Основні способи виробництва цементу: сухий, мокрий, комбінований

Процес приготування сировинної суміші включає:

- подрібнення (крупне і тонке);
- дозування;
- змішування сировинних компонентів;
- коригування хімічного складу сировинної суміші;
- гомогенізація відкоригованої суміші;

- подавання суміші на випалювання.

Зони обертової печі:

- 1 – випаровування ($70...200^{\circ}\text{C}$);
- 2 – підігрівання та дегідратація ($200...700^{\circ}\text{C}$);
- 3 – декарбонізація ($700...1100^{\circ}\text{C}$);
- 4 – екзотермічні реакції ($1200...1300^{\circ}\text{C}$);
- 5 – спікання ($1300...1450...1300^{\circ}\text{C}$);
- 6 – охолодження ($1300...1000^{\circ}\text{C}$).

5.5. Спеціальні цементи

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

Види спеціальних цементів:

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

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

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

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

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

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

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

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

Контрольні питання до лекції 5

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

Лекція 6. Підприємства по виробництву бетонних сумішей і розчинів

План лекції

- 6.1. Основні відомості про бетон і будівельний розчин.
- 6.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.
- 6.3. Класифікація і склад підприємств.
- 6.4. Промислове виробництво сухих будівельних сумішей.

6.1. Основні відомості про бетон і будівельний розчин

Бетоном називається штучний кам'яний матеріал, що одержується з правильно підібраної суміші в'язучого матеріалу, води, заповнювачів і в необхідних випадках спеціальних добавок після її формування і твердіння. До формування зазначена суміш називається бетонною сумішшю.

Твердіння бетону є результатом складних фізико-хімічних процесів, що відбуваються між в'язучим матеріалом (цементом, вапном, гіпсом) і водою. Заповнювачі в цих процесах не беруть участі. В'язучі матеріали після змішування з водою утворюють пластичну - в'язку масу (тісто), яка твердіючи, зв'язує між собою зерна заповнювачів і утворює штучний кам'яний матеріал.

По виду застосовуваних в'язучих матеріалів бетони поділяються на **цементні, силікатні** (на вапняному в'язучому), на **гіпсовому** в'язучому, на **змішаних** в'язучих (вапняно-цементних, вапняно-шлакових) і на **спеціальних** в'язучих.

По виду застосовуваних заповнювачів бетони бувають на **щільних, пористих** чи на **спеціальних** заповнювачах.

По зерновому складу заповнювачів бетони підрозділяють на **крупнозернисті** (з крупним і дрібним заповнювачем) і **дрібнозернисті**.

За умовами твердіння розрізняють бетони **природного твердіння**; бетони, що **піддані тепловій обробці** при атмосферному тиску, і бетони, що пройшли **автоклавну обробку**.

По щільності бетони підрозділяються на **особливо важкі** – щільністю більше 2500 кг/м^3 ; **важкі** – більше 2200 і до 2500 кг/м^3 ; **полегшені** – більше 1800 і до 2200 кг/м^3 ; **легкі** – більш 500 і до 1800 кг/м^3 і **особливо легкі** – до 500 кг/м^3 .

У залежності від межі міцності при стисканні, кгс/см^2 , у 28-денному віці будівельними нормами і правилами **передбачені наступні марки бетонів**:

- важких – 50, 76, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 і 800;
- на пористих заповнювачах – 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400;
- ніздрюватих – 15, 25, 35, 50, 75, 100 і 150;
- крупно-пористих – 15, 25, 35, 50, 75 і 100.

Межу міцності при стисканні бетону визначають на зразках – кубах чи циліндрах. Зразки виготовляють зі свіжо приготовленої бетонної суміші. Склад бетонної суміші підбирають, виходячи з необхідних властивостей бетону з урахуванням прийнятих способів її транспортування й укладання (формування). Бетонна суміш повинна зручно укладатися – заповнювати форму при даному

способі ущільнення.

Зручність укладання бетонної суміші оцінюється її рухливістю чи твердістю.

Бетонна суміш, яка здатна розтікатися без розшарування та заповнювати форму під впливом власної маси чи невеликого механічного впливу, **називається рухливою**. Бетонна суміш, що вимагає інтенсивного вібрування для заповнення нею форми і для ущільнення, **називається жорсткою**.

Рухливість бетонної суміші визначають за допомогою виготовлених з листової сталі приладів-конусів.

Визначають осадку конуса в такий спосіб. Конус, установлений на металевий лист, заповнюють бетонною сумішшю через лійку в три шари однакової висоти. Кожен шар ущільнюють штикуванням металевим стрижнем діаметром 16мм. Після заповнення конуса бетонною сумішшю надлишок зрізають кельмою, потім конус плавно знімають і ставлять поруч з відформованою бетонною сумішшю.

Осадку конуса бетонної суміші визначають, укладаючи металеву лінійку ребром на верхню основу конуса і вимірюючи відстань від нижнього ребра лінійки до верху бетонної суміші по масштабній лінійці з інтервалом до 0,5см.

Будівельним розчином називається правильно підібрана суміш в'язучого матеріалу, дрібного заповнювача (піску), води й у необхідних випадках спеціальних добавок, що твердіє після укладання.

Свіжоприготовлені будівельні розчини називають розчинною сумішшю.

Будівельні розчини підрозділяють за певними ознаками:

- по щільності в сухому стані – важкі щільністю 1500 кг/м³ і більш і легкі щільністю менш 1500 кг/м³;
- по виду застосовуваних в'язучих матеріалів – цементні, вапняні, гіпсові і змішані (цементно-вапняні, вапняно-гіпсові);
- по призначенню – для кам'яних кладок і монтажу великоблочних і великопанельних бетонних і кам'яних стін, оздоблювальні і спеціальні;
- по межі міцності при стисканні, кгс/см², розрізняють такі марки: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 і 200. Межу міцності розчину визначають випробуванням на стиск кубів розмірами 70,7×70,7×70,7мм у віці 28 діб при температурі твердіння 20±3 °С.

Будівельні розчини є дрібнозернистими бетонами. Тому загальні закономірності, що визначають зручне укладання бетонної суміші і міцність бетонів, поширюються і на розчини.

Застосування розчинів:

- розчини укладають значно більш тонкими шарами, чим бетонні суміші;
- розчини на відміну від бетонних сумішей укладають без спеціального механічного ущільнення;
- у більшості випадків розчини наносять на пористі основи (цегла, легкі бетони), які здатні відсмоктувати воду;
- марки розчинів по міцності в середньому значно менше, ніж бетонів.

6.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину

В'язучі матеріали. Для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів використовують в'язучі матеріали, що розділяються на **гідралічні**,

здатні твердіти як на повітрі, так і у воді; **повітряні**, здатні твердіти тільки на повітрі, і автоклавного твердіння.

У залежності від хіміко-мінералогічного складу в'язучі матеріали поділяють на кілька груп, основними з яких є цементи, будівельне вапно і будівельний гіпс.

До цементів, що застосовуються для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів, відносяться всі різновиди портландцементів, шлакопортландцементів, пуцоланових портландцементів, а також глиноземистий цемент і цемент для будівельних розчинів.

Цементи є гідралічними в'язучими матеріалами. При твердінні цементи здобувають різну механічну міцність, що визначає їхню марку. По механічній міцності цементи підрозділяються на наступні марки: 300, 400, 500, 550 і 600.

Будівельне вапно, що застосовується для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів, розділяється за умовами твердіння на повітряну і гідралічну.

Повітряне будівельне вапно найбільше часто застосовують при виготовленні будівельних розчинів для надземної кладки, оштукатурювання і приготування автоклавних силікатних виробів. **Гідралічне будівельне вапно** використовують при виготовленні будівельних розчинів для кладки й оштукатурювання у вологих експлуатаційних умовах.

Будівельний гіпс – в'язуча речовина, що твердіє на повітрі, застосовують для виробництва гіпсових і гіпсобетонних виробів, а також для штукатурних розчинів, що використовуються для внутрішніх огорожуючих конструкцій.

Заповнювачі для важких бетонів і будівельних розчинів

До складу важких бетонів входять великі і дрібні щільні заповнювачі, а іноді тільки дрібні (у дрібнозернистому бетоні). До складу будівельних розчинів входять тільки дрібні заповнювачі. В якості крупних заповнювачів (розмір зерен більш 5мм) застосовують щебінь із природного каменю щільністю понад 1,8 г/см³, гравій і щебінь з доменного шлаку. Великі заповнювачі повинні бути фракціонованими.

В якості дрібного заповнювача (розмір зерен від 0,15 до 5мм) застосовують природні чи дроблені піски щільністю більш 1,8 г/см³. Природний пісок у природному стані в залежності від зернового складу поділяється на 4 групи: крупний, середній, дрібний і дуже дрібний. Групу піску визначають у лабораторії шляхом просівання через стандартний набір сит з різними розмірами, мм, і формою отворів. Для приготування бетонної суміші використовують крупний, середній, дрібний піски; для розчинних сумішей – усі чотири групи.

Заповнювачі для легких бетонів і будівельних розчинів

Для приготування таких бетонів і розчинів застосовують пористі заповнювачі щільністю (у насипному стані) не більш 1000 кг/м³ при розмірі зерен від 5 до 40мм (щебінь, гравій) і не більш 1200 кг/м³ із розміром зерен до 5мм (пісок).

Пористі заповнювачі підрозділяють на штучні, природні й одержувані з відходів промисловості.

Добавки для будівельних розчинів

Основними чинниками, що визначають застосування добавок у будівництві, є підвищення продуктивності праці та обладнання, економія цементу та

енергетичних ресурсів, поліпшення якості та властивостей бетонів і будівельних розчинів, особливі умови роботи. Застосування технічних лігносульфонатів (ЛСТ) чи мелясної барди (УПС) дозволяє підвищити продуктивність праці та обладнання при дозуванні 0,15-0,3% від маси цементу (у перерахунку на суху речовину). А для густо армованих конструкцій це дає можливість зменшення трудовитрат у 1,5-2 рази. Збільшення цих добавок на 0,4-0,5% уповільнює тужавлення сумішей до 203 годин, що при великих відстанях транспортування має велике значення.

Пластифікатори дозволяють прискорити твердіння, підвищити міцність, морозостійкість, водонепроникність бетонів та розчинів у кілька разів. ЛСТ та УПС використовують як розріджувачі сировинних сумішей та інтенсифікатори помелу в'язучих. Добавка УПС у кількості 0,05-0,1% від маси цементу дозволяє збільшити питому поверхню в'язучого на 300-500см²/г, тобто з клінкеру цементу марки 400 отримати цемент марки 500.

Повітрявсмоктуючі ПАР та газоутворюючі компоненти дозволяють утримати в бетоні до 10% повітря, що дозволяє зменшити коефіцієнт теплопровідності матеріалу та призводить до економії енергоресурсів при експлуатації будівель і споруд.

При виборі виду добавки для бетонної суміші необхідно враховувати негативні побічні явища. Наприклад, найефективніший прискорювач твердіння та проти морозний компонент, як хлорид кальцію - викликає корозію арматури і цементного каменю, підвищує вологість приміщень та знижує морозостійкість бетону. А такі прискорювачі твердіння, як нітрид натрію, нітрат кальцію, сульфат натрію, сульфіді, роданіди тощо, не можуть бути застосовані для залізобетонних конструкцій, які експлуатуються в агресивних середовищах, для промислових підприємств та електротранспорту.

Вода для будівельних розчинів

Вода, що застосовується для приготування бетонної суміші і будівельного розчину, не повинна містити шкідливих домішок, що перешкоджають нормальному схоплюванню і твердінню в'язучого матеріалу.

Забороняється застосовувати воду, що містить домішки кислот, солей, олій, цукрів, а також болотну і стічні води.

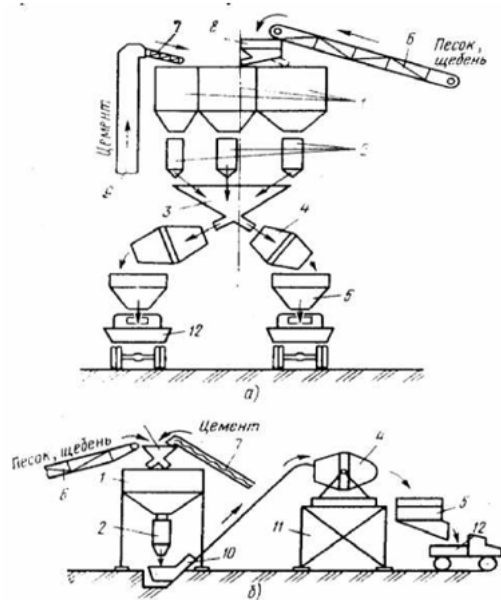
6.3. Класифікація і склад підприємств.

Бетонні суміші та будівельні розчини виготовляються централізованим способом на районних заводах або на приоб'єктних збірно-розбірних і/або пересувних установках. При централізованому приготуванні сумішей на стаціонарних заводах досягається більш висока ступінь механізації всього технологічного процесу, покращується якість приготування, знижуються трудовитрати на одиницю продукції.

Пересувні установки з виготовлення сухої і товарної бетонної суміші можуть розміщатися на залізничних вагонах-платформах, баржах пневмоколісних шасі.

Приготування бетонів з сухих сумішей може виконуватися в авто бетонозмішувачах (міксерах) безпосередньо на шляху слідування до будівельного майданчику.

Виробничий процес може бути організований за вертикальною схемою (коли витратні бункери знаходяться у верхній точці виробничого приміщення і звідти компоненти самопливом надходять на подальші технологічні операції) або за горизонтальною схемою (технологічне устаткування розташовується практично на одному рівні і передача матеріалів для виконання технологічних операцій здійснюється системою транспортерів) (рис. 6.1).



- 1 – бункера цементу та заповнювачів,
- 2 – дозатори,
- 3 – бункер,
- 4 – бетонозмішувач,
- 5 – бункер-накопичувач,
- 6 – стрічковий транспортер,
- 7 – шнек,
- 8 – завантажувальна воронка,
- 9 – ковшовий елеватор,
- 10 – скиповий підйомник,
- 11 – естакада,
- 12 – автомобіль.

Рис. 6.1. Схема компоновки технологічного обладнання бетонозмішувального підприємства:
а – вертикальна, б – горизонтальна

Вибір схеми визначається наявністю відповідних виробничих площ, можливою висотою і економічними міркуваннями.

Найбільш поширені вертикальні схеми виробництва – компактні, ефективні, зручні в експлуатації, найменш енерговитратні, екологічно безпечні при експлуатації устаткування.

Тому при проектуванні нових заводів, безумовно, віддається перевага вертикальній схемі.

Горизонтальні виробничо-технологічні схеми застосовуються в тих випадках, коли технологічне устаткування розміщується в існуючих виробничих приміщеннях і надбудовувати споруду недоцільно. Організація виробництва за такими схемами може бути зв'язана і з різними місцевими умовами: природними, технічними, архітектурними.

Продуктивність бетонного заводу визначають за формулою (6.1):

$$P_{\delta} = V_{\max} \times k \times n \times m \times \varphi; \quad (6.1)$$

де:

P_{δ} – продуктивність бетонного заводу, м³/місяць;

$V_{\max}$ – максимальна потреба в бетонній суміші, м³;

k – коефіцієнт нерівномірності бетонування (1,3 - 1,5);

n – кількість робочих днів у місяці;
 m – кількість робочих годин на добу;
 ϕ – коефіцієнт використання робочого часу (0,8- 0,9).

Бетонні заводи бувають циклічної та безперервної дії (рис. 6.2, 6.3).

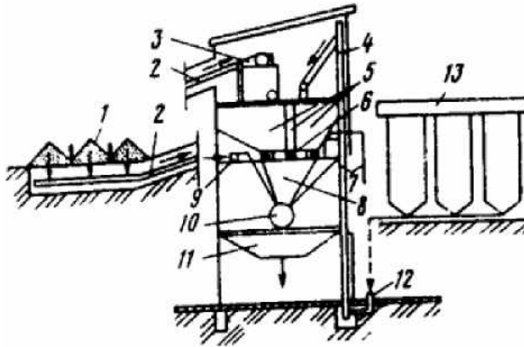


Рис. 6.2. Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні циклічної дії:

- 1 – склад щебеню та піску;
- 2 – транспортер;
- 3 – привід;
- 4 – елеватор;
- 5 – бункер;
- 6 – дозатор;
- 7 – бункер хімічних добавок;
- 8 – приймальна воронка;
- 9 – дозатор хімічних добавок;
- 10 – змішувач циклічної дії;
- 11 – бункер;
- 12 – аероколоб;
- 13 – склад цементу.

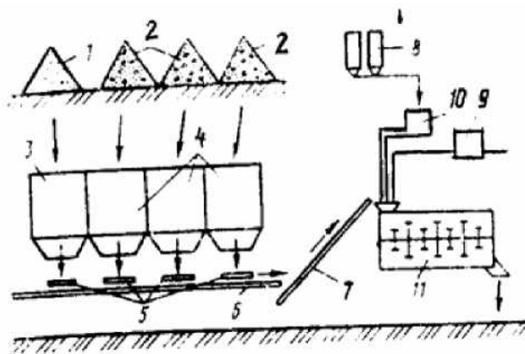


Рис. 6.3. Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні безперервної дії:

- 1, 2 – склад щебеню та піску;
- 3, 4 – бункери для щебеню та піску;
- 5 – стрічковий дозатор;
- 6 – бункер;
- 7 – транспортер;
- 8 – склад цементу;
- 9 – дозатор води;
- 10 – дозатор цементу;
- 11 – змішувач безперервної дії.

До складу бетонного заводу входять:

- бункери для зберігання матеріалів;
- дозувальне відділення;
- бетонозмішувачі;
- пристрої для видачі бетонних сумішей.

Приготування бетонних сумішей здійснюють у циклічних (рис. 6.4) або безперервних (рис. 6.5) гравітаційних чи примусової дії бетонозмішувачах.

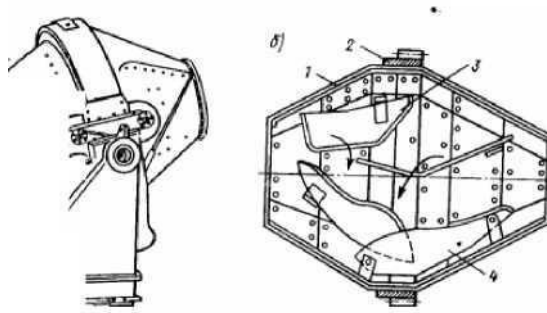


Рис. 6.4. Гравітаційний бетонозмішувач

- а – загальний вигляд;
б – схема конусного барабану;
1 – корпус;
2 – обичайка;
3, 4 – лопасті, стрілки вказують переміщення бетонної суміші.

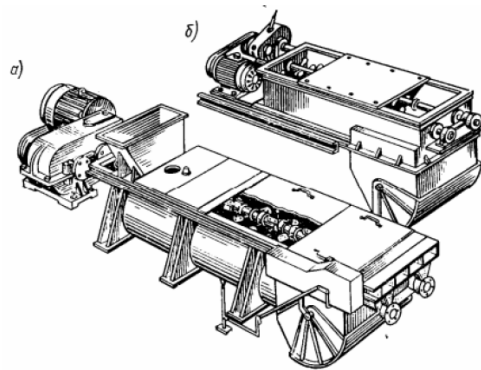


Рис. 6.5. Бетонозмішувачі з примусовим змішуванням безперервної дії:
а – установка С-780; б – установка С-548 Р

Гравітаційні бетонозмішувачі безперервної дії являють собою горизонтальний циліндр, що обертається навколо повздовжньої осі, на внутрішній поверхні якого розташовані лопасті.

Бетонну суміш від бетонного заводу до будівельного майданчика транспортують авто-бункерами, бортовими автомашинами, автосамоскидами, авто бетоновозами та авто бетонозмішувачами. Для підвищення життєздатності сумішей протягом кількох годин у них вводять уповільнювачі тужавлення (лігносульфонати, після спиртову барду, буру тощо).

Автобетоновози – це автомашини із високим сферичним кузовом з кришкою та подвійною обшивкою. Автобетонозмішувач – це встановлений на шасі автомашини бетонозмішувач. Суміш можливо завантажувати в готовому до вживання вигляді, або воду і добавки подавати перед розвантаженням.

6.4. Промислове виробництво сухих будівельних сумішей

Номенклатура продукції

Виробництво та застосування сухих будівельних сумішей визнано самостійною наукомісткою й досить перспективною підгалуззю промисловості будівельних матеріалів, на розвиток і впровадження якої працюють науково-дослідні центри й лабораторії фірм.

Перший патент на виготовлення і застосування сухих будівельних сумішей був опублікований у Європі в 1893 р. Впровадження технології приготування сухих будівельних сумішей, бункерного транспортування й машинного нанесення розчинів у період 1960-1995 р.р. дало збільшення продуктивності праці у 8 разів. В Україні практичне застосування будівельних сумішей почалося на початку 90-х років ХХ століття. За порівняно короткий час ці матеріали потіснили традиційні й продовжують завойовувати будівельний ринок.

На українському ринку найбільш поширені сухі суміші призначені для кріплення на поверхні конструкції (клей для плитки), для заповнення швів між облицювальними елементами (затирка швів), для вирівнювання та фінішного оздоблення стін та стель (штукатурка), для вирівнювання підлоги під несуче покриття по наливній технології (стяжки, самовирівнювальні підлоги).

За видом в'язучого, яке застосовується, сухі будівельні суміші підрозділяються на прості й складні.

Прості суміші (складається з 1-го в'язучого) бувають: цементні; вапняні; гіпсові; полімерні.

Складні суміші, на відміну від простих, складаються з декількох в'язучих речовин. Вміст кожної з них у складі суміші повинен бути не менше 10%.

За призначенням сухі суміші розподіляються на типи:

- заповнювачі швів;
- штукатурки;
- шпаклівки;
- наливні підлоги.

Умовне позначення матеріалу кожного типу визначається літерними

індексами і цифровими показниками. С - позначення сухих сумішей. Перша цифра означає призначення суміші. Далі матеріал диференціюється за областю застосування.

Технологічні схеми та обладнання виробництва сухих будівельних сумішей.

Організація технологічного процесу виробництва сухих будівельних сумішей принципово однакова для заводів будь-якої потужності і передбачає необхідність технічного забезпечення всіх операцій з виробництва продукції.

При цьому **організація виробництва визначає обов'язковість виконання наступних умов:**

1. Процес змішування композицій на основі різних в'язучих варто робити в окремих змішувачах;
2. Ємності для збереження компонентів суміші також повинні бути диференційовані;
3. Дозувальні системи підбираються, виходячи з умов забезпечення необхідної точності дозування компонентів.

Завод з виробництва сухих сумішей має таке технологічне устаткування:

- ємності (сховища в'язучих, заповнювачів (наповнювачів), модифікуючи добавок – основних і витратних);
- вагові (ємнісні) дозатори, призначені для дозування необхідної кількості компонентів суміші;
- змішувач для механічного перемішування і гомогенізації компонентів суміші;
- фасувально-пакувальні установки готової продукції.

Приготування якісних сухих модифікованих сумішей пред'являє особливі, підвищені вимоги до якості і стабільності показників вихідних матеріалів-компонентів суміші, насамперед в'язучих, заповнювачів і наповнювачів (властивості, рівень вологості, фракційний склад), вибору модифікуючи добавок.

Технологічна схема приготування сухих сумішей обов'язково містить у собі ділянку підготовки заповнювачів, яка включає в себе сушіння і розсів за фракціями.

На сучасних заводах виробничі потоки регулюються і керуються за допомогою комп'ютеризованої системи керування, контролю й обліку. Відповідно до заданої програми комп'ютер контролює якість і наявність сировинних матеріалів, вибирає з усього набору необхідні види сировини і модифікуючи добавок, дозує їх з високою точністю і систематизує виробничі показники з аналізом характеристик всіх операцій технологічного процесу.

Основне технологічне обладнання

Основним змішувачем, який використовується при виробництві сухих будівельних сумішей, є **горизонтальний змішувач-центрифуга**.

Виробниками змішувачів-центрифуг пропонуються об'єми робочої камери 0,3...3м³.

Ефективність змішування в значній мірі пов'язана з конфігурацією робочих органів змішувача. Лопасті змішувача-центрифуги у формі плуга (фірма Lodige) розорюють кільце продукту, який притискається відцентровою силою до стінки, і

відкидає його праворуч та ліворуч від себе. Лопасті традиційної форми забезпечують осьове переміщення компонентів суміші до центра, в той час як додаткові лопасті, розміщені ближче до осі, використовують для організації осьового переміщення компонентів у зворотному напрямку. Кути нахилу лопастей, площа їхньої поверхні знаходяться у тісному зв'язку зі швидкістю обертання головного валу. Якщо в склад суміші входять інгредієнти, схильні до агломерації, змішувачі-центрифуги обладнують подрібнювачами. Їхнє застосування доцільне при виготовленні сумішей, які армуються волокнами, і необхідне, якщо в склад сухої суміші хоча б одна добавка вводиться в рідкому стані.

Для контролю якості змішування змішувач може бути обладнано пробовідбірником з пневмоприводом. Відбір проб може виконуватись в ручному або автоматичному режимі, залежно від завдання: поточний контроль, перехід від однієї рецептури до іншої, підбір режиму для нової суміші.

Процес фасування сухих сумішей в мішки складається з таких операцій:

1. Подавання продукту;
2. Дозування продукту;
3. Подача порожніх мішків;
4. Наповнення мішків;
5. Видалення наповнених мішків;
6. Збирання та знесення забрудненого повітря;
7. Збирання розсипаних порошків.

Подавання продукту в бункер фасувальної машини може здійснюватись одним з трьох способів:

1. Гравітаційним подаванням (під дією власної ваги);
2. Механічним способом (гвинтовий, стрічковий, ковшовий конвеєр або інший пристрій);
3. Пневматичним способом.

Важливо, щоб продуктивність змішувача відповідала продуктивності пакувальної машини.

Дозування, наповнення й скидання мішків-операції, які виконуються фасувальною машиною. Дозування в мішки здійснюється за масою. Система збирання та повернення просипань при фасуванні сухих сумішей може бути відсутньою або виконаною в спрощеному варіанті, оскільки це некондиційний товар і повертатись назад в бункер фасувальної машини не повинен.

Сухі суміші упаковують у багатошарові паперові пакети, які після наповнення заклеюють або зашивають. Фасувальним обладнанням слугують дозатори різних типів. Заповнені та зашиті пакети підлягають груповій упаковці. З групових удавок на піддоні формують транспортну одиницю вантажу.

Установками малої потужності прийнято вважати компактні технологічні лінії продуктивністю 2-4 т/год. При роботі в одну зміну такі установки дозволяють виготовляти до 500т сухих сумішей на місяць.

Запитання до лекції 6

1. Назвіть основні підрозділи бетонозмішувальних заводів.
2. Складіть перелік устаткування на бетонозмішувальному заводі.
3. В яких випадках ефективно застосування установок безупинної дії?
4. Проаналізуйте різні фактори при вирішенні питань розміщення бетонозмішувальних заводів.
5. Схарактеризуйте способи виробництва асфальтобетонних сумішей.

Лекція 7. Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій.

План лекції

- 7.1. Арматурне виробництво.
- 7.2. Способи попереднього напруження.
- 7.3. Ущільнення бетонної суміші.
- 7.4. Доглядання за процесом твердіння.
- 7.5. Прискорення твердіння.
- 7.6. Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону.

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 та малій повторюваності елементів і при особливо великих навантаженнях (фундаменти, гідротехнічні, транспортні та інші споруди). Досвід монолітного домобудування виявив техніко-економічні переваги цього методу будівництва порівняно з цегляним, великоблоковим і навіть великопанельним (одноразові витрати на створення його виробничої бази, витрата сталі на монолітні конструкції, на опалублення, енергетичні витрати на виготовлення тощо). Проте при виготовленні монолітного залізобетону затрачується 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 поліпшенні 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 спеціалізованого підймально-транспортного обладнання. Основними напрямками розвитку збірного залізобетону укрупнення конструктивних елементів, зниження матеріало- та металомісткості, підвищення ступеня заводської готовності.

Збірні залізобетонні вироби класифікують за видом армування, щільністю, видом бетону, внутрішньою будовою та призначенням. Виробництво залізобетонних виробів і конструкцій здійснюється на конвеєрних, напівконвеєрних, поточно-агрегатних, касетних і стендових технологічних лініях.

Конвеєрні лінії поділяються: за характером роботи на роботи періодичної і безупинної дії; за способом транспортування - з формами, що пересуваються по рейках чи роликах, і з формами, утвореними безупинною сталевною стрічкою; по розташуванню теплових агрегатів - паралельно конвеєру у вертикальній чи горизонтальній площині, а також у створі формувальної частини конвеєра.

Найбільш поширені конвеєрні лінії періодичної дії з формами, що пересуваються по рейках. Рациональними областями застосування конвеєрних ліній вважається спеціалізоване виробництво виробів одного виду і типу (панелі перекриттів, панелі внутрішніх і зовнішніх стін будинків).

Поточно-агрегатний спосіб виробництва полягає в тому, що технологічні операції послідовно здійснюються на окремих робочих постах. Частина операцій звичайно виконують одночасно, наприклад операції розпалубки виробів і огляду і підготовки форм сполучають з формуванням виробів. Формування виробляється на віброплощадках в одиночних і групових формах. До складу технологічної лінії, як правило, входять формувальний агрегат з бетоноукладачем; установки для заготівлі і натягу арматури; формоукладник; камери твердіння; ділянки розпалубки, остигання виробу, їхньої обробки і технічного контролю; пост чищення і змащення форм; площадки під запасник арматури, закладних деталей, утеплювача, складування форм, їхнього оснащення і поточного ремонту; стенд для іспиту готових виробів.

Касетне виробництво широко використовується при виготовленні суцільних панелей перекриттів і внутрішніх стін, перегородок промислових будинків, плит облицювання каналів, сходових маршів, вентиляційних блоків. Формування виробів здійснюється в двох- і багатомісних касетах періодичної дії, й у касетах безупинної дії (касетно-конвеєрний спосіб виробництва). Ущільнення бетонної суміші виробляється за допомогою зовнішніх і глибинних віброзбуджувачів. Тепловологісна обробка здійснюється на місці за рахунок циркуляції пари усередині теплових відсіків касети.

При стендовому виробництві виробу формують у стаціонарних формах. Тепловологісна обробка бетону відбувається на місці формування. Стендові технологічні лінії рекомендується використовувати для виготовлення крупнорозмірних, особливо попередньо напружених виробів (кроквяних і підкроквяних балок і ферм; підкранових балок, ригелів, плит типу П). Ущільнення бетонної суміші здійснюється напіпними чи глибинними віброзбуджувачами.

7.1. Арматурне виробництво

При згинанні, позацентровому стисканні, центральному або поза центральному розтягуванні, у т.ч. при виникненні випадкових ексцентриситетів в конструкції виникають розтягуючі зусилля, а також усадочні та температурні напруження. Для підвищення відносно низької міцності розчинів та бетонів на розтяг застосовують арматуру.

Основний нормативний документ ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови», орієнтований на врахування міжнародних та європейських вимог до арматури.

Як складова конструкції, арматура повинна:

- мати спільну роботу з бетоном;
- бути технологічною;
- володіти необхідною міцністю, деформативними властивостями та корозійною стійкістю.

Арматура може бути розташованою у масі бетону або поза ним. За видом

матеріалу арматура буває металевою та неметалевою. За формою профілю арматура може бути дротовою, прутковою, у вигляді дисперсних волокон гладкого або профільованого перетину.

Серед неметалевої арматури набуває поширення вуглепластикові, композитна та склопластикові арматура. В Україні розвиваються дослідження арматури з базальтового волокна.

Дисперсна арматура (фібра) застосовується круглого, квадратного, трапецеїдального та інших перерізів від 0,2 до 2 мм і довжиною від 3 до 200 мм. Для виготовлення фібри застосовують сталевий низько вуглецевий дріт. Із метою кращого анкетування поверхню дроту профілюють, деформують або травлять. Для виготовлення фібри застосовують і відпрацьовані та некондиційні канати. Фібра може бути поліпропіленовою, поліетиленовою, нейлоною. Базальтовою, азбестовою тощо. Вибір матеріалу фібри залежить від конкретних умов будівництва та техніко-економічного обґрунтування. Застосування фібри підвищує міцність бетону, але утворює додаткові виробничі труднощі.

Залізобетонні вироби і конструкції армуються плоскими та гнучими сітками, каркасами та закладними деталями. На будівельний майданчик централізовано поставляються мірний арматурний прокат, важкі сітки з робочою арматурою з діаметром більше 12 мм. Вони, зазвичай, виготовляються з гарячекатаної арматури з кроком 200 - 600 мм. Для виготовлення легких сіток застосовують арматурний дріт діаметром від 3 до 5,5 мм класів В1 та Вр-1. Сітки виготовляються у вигляді плоских елементів або в рулонах масою 900 - 1300 кг.

Арматурні каркаси збираються з окремих прутків, сіток та плоских арматурних елементів в'язанням або зварюванням. Криволінійні каркаси (палі, труби) виготовляють намоткою та зварюванням спіралі навкруг повздожних прутків.

Закладні деталі виготовляють зі сталевих пластин або зі штампованих елементів. Для виготовлення закладних деталей використовують гарячекатану листову, смугову та фасонну сталь марок СтЗпс. Для антикорозійного захисту закладних деталей використовують лакофарбові покриття та покриття цинком або алюмінієм. Ці покриття здійснюють методами металізації, гальванізації або гарячим способом.

Для з'єднання арматурних елементів застосовується контактне точкове зварювання або дугове ручне зварювання. В окремих випадках для особливих умов будівництва та специфіки конструкції допускається застосування в'язаних арматурних сіток та каркасів. Для без зварювальних технологій з'єднання арматури застосовуються високоміцні клеї і муфти з'єднання.

Основні технологічні процеси арматурних робіт включають:

- 1) Заготовка арматурної сталі:
 - розмотування бухт;
 - правка;
 - нарізання;
 - гнуття прутів, сіток, каркасів;
 - виготовлення монтажних петель.
- 2) Виготовлення арматурних виробів:
 - зварювання та в'язання;
 - укрупнююче збирання.

7.2. Способи попереднього напруження

Попереднє напруження арматури виконується механічним, електротермічним способами та методом само напруження (за рахунок енергії розширюючих цементів).

Напруження пруткової та дротової арматури здійснюється за допомогою гідравлічних домкратів. Сутність електротермічного способу напруження полягає у тому, що арматурні заготовки нагріваються електричним струмом і фіксуються у такому стані на упорах форми, що унеможливило скорочення при охолодженні.

Температура нагрівання арматури знаходиться у межах 400 - 500 °С. Передача попереднього напруження на бетон здійснюється її симетричним двостороннім перерізуванням на торцевих ділянках.

Відомий спосіб безперервної навивки напруженої арматури, який здійснюється стаціонарними та пересувними намоточними машинами.

7.3. Ущільнення бетонної суміші

Для підвищення однорідності суміші в конструкції та забезпечення її зчеплення з арматурою бетонну суміш додатково ущільнюють. Основними способами ущільнення бетонної суміші є такі:

- вібрування;
- вакуумування;
- центрифугування;
- пресування та комбіновані способи.

Перший досвід використання вібрування у будівництві зафіксовано у Франції у 1917 р. інженером Р. Фрейсіне.

Вібрування бетонної суміші може виконуватись на вібромайданчиках (об'ємне ущільнення), глибинними вібраторами (внутрішнє вібрування), віброрейками або вібробрусами (поверхнєве ущільнення). Тривалість вібрування залежить від потужності вібровипромінювача, характеру передачі імпульсів, складу суміші, армування, форми та масивності конструкції. Зазвичай тривалість вібрування на одній позиції становить 15 - 30 с.

Вакуумування та вібровакуумування – це технологічний процес висмоктування з бетонної суміші частини повітря і води. Особливо ефективно застосування вакуумування при улаштуванні підлог, доріг та аеродромів. Для поверхневого вакуумування використовуються вакуум-щити та вакуум-мати площею 5-15м. Для вакуумування вертикальних поверхонь застосовують вакуум-опалубку, яка складається з вакуум-щитів, елементів жорсткості та кріпильних деталей. Для створення вакууму застосовують агрегати з поршневим або ротаційним вакуум-насосом чи компресорами і водозбірним баком.

При застосуванні жорстких бетонних сумішей із низьким В/Ц застосовують ущільнення пресуванням. Цей принцип покладений в основу таких способів, як радикальне пресування, силовий прокат, вакуум-пресування, віброштампування.

Одним з ефективних методів виробництва напірних і безнапірних труб, колон, опор ЛЕП, паль та інших конструкцій є центрифугування. Для цього способу застосовують осьові, ремінні або роликові центрифуги з роз'ємними або

нероз'ємними формами.

Виготовлення конструкцій за цим способом складається з подачі та розподілення бетонної суміші у форму, що обертається. Розподіл бетонної суміші по внутрішній поверхні форми здійснюється за рахунок центробіжних та динамічних сил.

7.4. Доглядання за процесом твердіння

Доглядання за бетоном полягає в забезпеченні належних температурово-вологісних умов структуроутворення. Заходи по догляданню за бетоном представлені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Основні методи витримування бетону

№	Заходи	Матеріали
1	Періодичне зволоження водою з температурою 15-25 °С	Вода
2	Покриття ПАР	ПАР
3	Покриття вологим матеріалом	Мати, пісок, мішковина, поролон, вода
4	Покриття паро водонепроникним матеріалом	Полімерні плівки, брезент
5	Утворення водного басейну	Вода
6	Обробка поверхні плівкоутворюючою речовиною	Розчини, суспензії, емульсії
7	Просочування гідрофобізуючими композиціями	Гідрофобні композиції
8	Захист теплоізоляційними матеріалами	Термовологоізоляційні матеріали
9	Прогрівання	Сонячна енергія, електроенергія, теплове повітря

Зазвичай доглядання за бетоном здійснюється до набору ним міцності 50-80% від проектної. Щодо конструкцій заводського виготовлення, то доглядання за бетоном здійснюють до початку його теплової обробки.

Бетон зазвичай не вимагає особливих умов твердіння. При забезпеченні необхідної вологості та позитивної температури у межах 15-40 °С бетон твердіє інтенсивно і вже через тиждень досягає міцності більше 60% від проектної.

Проблеми виникають при температурі нижче +5 °С, коли гідратація цементу різко уповільнюється. За критичною точкою у 0 °С вода поступово перетворюється у лід і твердіння припиняється. Саме тому в зимовий час всі зусилля спрямовані на запобігання замерзання бетону.

7.5. Прискорення твердіння

Основні способи теплової обробки залізобетонних конструкцій представлені в табл. 7.2.

Способи теплової обробки залізобетонних конструкцій

Спосіб	Устаткування
Пропарювання, прогрів гарячим повітрям, прогрів у середовищі продуктів згорання	Термоформи, термопости, касети, ямні або тунельні камери (рис.2.13)
Запарювання (автоклавна обробка)	Автоклави (рис. 2.14)
Геліотермообробка	Геліокамери
Індукційне прогрівання	Електромагнітні камери
Електрообігрів, електропрогрів	Термоелектронагрівачі, гріючі сітки, електроди

Прискорення твердіння бетону досягається застосуванням швидкотверднучих цементів, добавок-прискорювачів, розігрітих сумішей, зменшенням В/Ц тощо.

З ряду причин у заводській практиці теплової обробки залізобетонних виробів основним видом теплоносія залишається насичена водяна пара, а найбільш розповсюдженим тепловим агрегатом - безнапірні ямні камери періодичної дії (рис. 7.1).

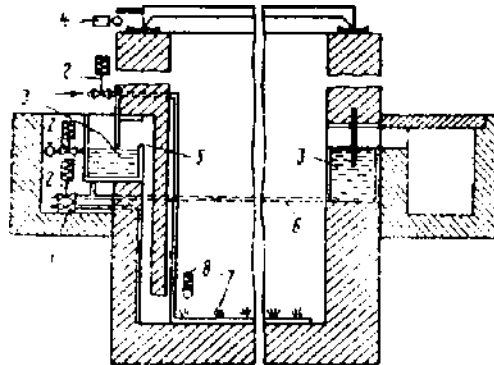


Рис. 7.1. - Камера пропарювання: 1 - вентиль для регулювання зливу води; 2 - електромагнітні клапани; 3 - водяні затвори; 4 - вимикач; 5 - повітряний зазор; 6 - з'єднувальна трубка; 7 - подавання пари у камеру; 8 - датчик температури.

При всій технологічності таких камер при пропарюванні в них виробів наявні значні витрати пари. Через це, а також через значне підвищення вартості органічного палива та водяної пари деякі заводи ЗБВ використовують інші теплоносії. Проте електротермообробка гарячими газами. Використання продуктів горіння природного газу призводять до висушування твердіючого бетону, погіршення його структури та фізико-хімічних властивостей. Тому такий спосіб термообробки рекомендується лише для прискорення легких теплоізоляційних бетонів.

Відомі способи вологонасичення нагрітого газового середовища шляхом вприскування розпиленої дрібнодисперсної води, зрошення стінок камери водою, розприскування води з перфорованих труб над нагрівачами виявились малоефективними. Для повного вологонасичення (100% відносна вологість)

нагрівного середовища за будь-якої температури без парового прогрівання залізобетонних виробів необхідною і достатньою умовою для тепло вологої обробки є випереджувальна на 15-20 °С температура води в камері у період розігрівання (рис. 7.2).

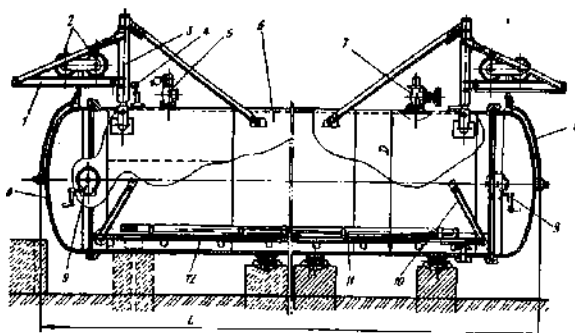


Рис. 7.2 - Автоклав: 1 - кронштейн; 2 - візок; 3 - стійка; 4 - манометр; 5 - клапан; 6 - металевий циліндр; 7 - штуцер із краном; 8 - кришка; 9 - лебідка; 10,11 - паропровід; 12 – рельси.

Теплова обробка конструкцій повинна виконуватись за технічно обґрунтованим режимом, який обирається в залежності від консистенції бетонної суміші, проектних властивостей бетону, форми та масивності конструкції.

Режим теплової обробки складається з таких етапів:

- попереднє витримування;
- підйом температури;
- ізотермічна витримка (40 - 95 °С);
- охолодження.

Попередня витримка потрібна для того, щоб бетон набрав необхідну міцність для сприйняття теплового навантаження. Підйом температури здійснюється зі швидкістю 10-20 °С/год, а вистигання бетону - зі швидкістю до 30 °С/год. Максимальний перепад температур між конструкцією та навколишнім середовищем повинен не перевищувати 35 °С.

При проектуванні режимів теплової обробки бетону можливі різні варіанти. Рекомендується підйом температури «сходінкою»: через кожні 20 °С передбачається витримка протягом години. Можлива попередня витримка бетону до 18 годин із подальшим форсованим режимом теплової обробки.

Міцність бетону після теплової обробки повинна бути не нижче 50% від проектної.

Резерви підвищення конкурентоспроможності збірних залізобетонних конструкцій полягають у впровадженні у виробництво енерго- та ресурсощадних технологій. Це, перш за все, зниження енерговитрат на теплову обробку за умови виконання умови - не погіршувати показників властивостей та довговічності бетону порівняно з марочними показниками. Зменшення транспортних витрат при комплектації об'єктів може бути досягнуте шляхом виготовлення виробів на відкритих біля об'єктних полігонах, в автономних камерах за агрегатно-поточною або стендовою технологією.

7.6. Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону

Дрібні пори, тріщини та пошкодження утворюються від недостатнього ущільнення бетонної суміші, неналежно підготовлених форм або опалубки, нерівномірного відпуску попередньо напруженої арматури, несуттєвих порушень режиму твердіння конструкцій, правил складування.

Дрібні поверхневі дефекти тампують цементно-піщаним розчином складу 1:2, який під тиском втирають у поверхню конструкції.

Пошкодження, що утворились в результаті підвищеного вмісту крупного заповнювача, розшарування бетонної суміші, витікання цементного «молока» або недостатнього ущільнення, усувають розчищенням пошкоджених ділянок, прибиранням дефектного бетону із наступним зволоженням поверхні та зарубкою цементним або синтетичним розчином.

Найбільш ефективний спосіб покриття шаром розчину до 2 см із перервами у 20 - 40 хвилин, для чого використовують портативні пневматичні агрегати. Достатньо ефективні в таких випадках акрилові та епоксидні композиції. Тріщини обробляють силіконовими, бітумними, гумоепоксидними та іншими композиціями. Тріщини у масивних конструкціях ін'єктують цементними розчинами крізь тампони, що розташовані в пробурених свердловинах у бетоні.

Опорядження в процесі ущільнення бетонної суміші виконують брусом або валом, що розташовані на бетоноукладачі або на віброустановках, після теплової обробки - шпаклюванням і шліфуванням.

Декоративну обробку або антикорозійний захист виконують як в процесі ущільнення бетонної суміші, так і після теплової обробки шляхом просочування, покриття плиткою, мінеральною крихтою, нанесенням емалей, лаків, фарб та композицій.

Фактурна обробка бетону здійснюється застосуванням спеціальних форм з рельєфною поверхнею або кріпленням на поверхню форм гумових, склопластикових або полімерних матриць.

У заводських умовах для виробництва збірного залізобетону пріоритетне місце займають гнучкі технології, орієнтовані на випуск невеликих партій продукції різноманітної номенклатури з застосуванням у цих технологіях систем автоматизації та роботизації.

Запитання до лекції 7

1. Наведіть приклади армування залізобетонних конструкцій.
2. У чому полягає призначення робочої, конструктивної та монтажної арматури?
3. Які види неметалевої арматури Ви знаєте?
4. З яких матеріалів виготовляється фібра?
5. Які операції включає заготовка арматурної сталі?
6. Які машини і механізми застосовуються при заводському виготовленні сіток і каркасів?
7. Як виконується антикорозійний захист закладних деталей?
8. Як здійснюється попереднє напруження арматури?

Лекція 8. Виробництво виробів з ніздрюватих бетонів, азбестоцементних виробів, силікатної цегли

План лекції

- 8.1. Виробництво виробів з ніздрюватих бетонів
- 8.2. Виробництво азбестоцементних виробів
- 8.3. Виробництво силікатної цегли, фібролітових плит.

8.1. Виробництво виробів з ніздрюватих бетонів

Ніздрюваті бетони – бетони з поризованою структурою за рахунок рівномірно розподілених пор і капілярів.

Одержують в результаті тверднення суміші із в'язучого, замішувача, тонкомеленого кремнеземистого заповнювача і пороутворювача.

Два види ніздрюватих бетонів:

1. *Газобетон* – отримують в результаті спучування розчинної маси газоутворюючим елементом – алюмінієвою пудрою і пастою;
2. *Пінобетон* – отримують змішуванням водного розчину в'язучого з технічною піною.

Характеристика продукції

1. Теплоізоляційні вироби (середня густина 350...500 кг/м³);
2. Теплоізоляційно – конструктивні (середня густина 350...500 кг/м³) – дрібні стінові блоки;
3. Конструкційні (середня густина 1000...1400 кг/м³) – плити покриття і перекриття, зовнішні стіновіпанелі для промислових споруд.

Сировина для виробництва ніздрюватих бетонів

- *В'язучі* : портландцемент, пуцолановий портландцемент, шлаколузні в'язучі марок не нижче 400, вапно;
- *Кремнеземисті компоненти* : кварцовий пісок, золи виносу електростанцій, доменні та інші металургійні шлаки, трепел, діатоміт;
- *Газоутворювачі*: алюмінієва пігментна пудра ПАП, алюмінієва паста
- *Піноутворювачі*: клеєканіфольний , пожежний та інші піноутворювачі;
- *Добавки*: гіпс, прискорювачі тверднення, стабілізатори газовиділення.

Технологія виробництва ніздрюватобетонних виробів

Основні стадійні процеси для виробництва газобетону:

1. Підготовка сировинних компонентів (Помел вапна і цементу і змішування з піском);
2. Змішування сировинних компонентів в певному співвідношенні і одержання ніздрюватобетонної суміші в змішувачі 2...3 хв;

3. Заповнення форми сумішшю за допомогою гнучких рукавів на $\frac{3}{4}$ висоти;
4. Витримування для спучування 30...40 хв;
5. Розрізання на блоки(для блоків);
5. Тепловологісна обробка в автоклаві (для автоклавного газобетону) під тиском 1,1...1,3МПа на протязі 15...20 год;
6. Розпалублення;
7. Опорядження і пакування;
8. Складування.

Таблиця 8.1.

Основні виробники ніздрюватого бетону в Україні

№	Завод	Технологічне обладнання	Потужність МЗ/рік	Середня густина, кг/м ³
1	«Стоунлайт» (м.Бровари)	“Hetten” (Німеччина)	> 1 млн	400...500
2	«Аерок» м.Обухів	“WEHRHANN Smart” (Німеччина)	280 000	300...500
3	«Аерок» м. Березань	HESS ACC (Німеччина)	500 000	
4	«ЮДК» м.Дніпро	“Masa-henke” (Німеччина)	450 000	400...600
5	«Енерджи продакт» м. Нова Каховка	DUROX (Голандія)	450 000	400...500

8.2. Виробництво азбестоцементних виробів

Азбестоцементні вироби представлені широкою номенклатурою (понад 40 видів):

- профільовані листи (хвилясті та напівхвилясті для покрівель та облицювання стін);
- панелі покрівельні та стінові з теплоізоляційним шаром для опалювальних та неопалювальних будівель;
- труби напірні та безнапірні та з'єднувальні муфти до них;
- вироби спеціального призначення (архітектурно-будівельні, санітарно-технічні, електроізоляційні).

Сировина для виробництва азбестоцементних виробів

1. Азбест. В Залежності від сорту і текстури волокон випускають 39 марок азбесту. Використовують короткохвилястий азбест 3..6 сортів напівжорсткої і м'якої структури;
2. Портландцемент марок 400 і 500;
3. Вода повинна підігріватись до 30...40°C, не містити глинистих домішок, масел і мінеральних солей;

4. Додатки – СДБ, метилцелюлоза та ін.;
5. Для декорування – кольорові цементи, мінеральні пігменти, емалі.

Технологічний процес виробництва азбестоцементних виробів

- Приготування суміші азбесту з декількох сортів і марок;
- Розпушування азбесту сухим, напівсухим та мокрим способами;
- Приготування азбестоцементної маси в лопатовому змішувачі;
- Формування виробів та попереднє твердіння;
- Механічна обробка (пресування та обрізання для листів);
- Твердіння при 60 – 80 °С в автоклавах та складування.

8.3. Виробництво силікатної цегли

Силікатну цеглу розрізняють за:

- *призначенням*: рядові – для кладки зовнішніх і внутрішніх стін будинків; лицьові – для зовнішніх стін;
- *конструкцією* : повнотіла, порожниста, камінь тільки порожнистий;
- *міцністю на стиск*: марок М75...М300, камені не менше М100;
- *морозостійкістю*: марок F15...F100;
- *середньою густиною*: легкі (до 1450 кг/м³); полегшені (1451...1650 кг/м³); важкі (більше 1650 кг/м³).

Сировина для виробництва силікатної цегли:

1. Вапно.
2. Змішані в'язучі на основі вапна – вапняно - шлакові, вапняно – зольні.
3. Кварцовий пісок, трепели, золи.
4. Пігменти як мінерального, так і органічного походження – охра, залізний сурик та інші.

Технологічний процес виробництва силікатної цегли

1. *Підготовка сировинної суміші* з негашеного вапна і кварцевого піску з дозуванням і змішуванням компонентів з подальшим витриманням суміші для гашення вапна.

Гашення вапна відбувається двома способами (на протязі приблизно 30 хв):

- барабанним в гасильних барабанах;
- силосним (витриманням в силосах - реакторах на протязі 1,5...4 годин);

2. *Формування виробів* (пресування цегли на пресах різної конструкції потужністю 3...7 тис. шт умовної цегли на годину; тиск 20...40 МПа);

3. *Автоклавна обробка* під тиском 1,2...1,6МПа.

Запитання до лекції 8

1. Які існують різновиди ніздрюватих бетонів?
2. Що є сировиною для виробництва ніздрюватих бетонів?
3. Охарактеризуйте технологічний процес виробництва газобетонних блоків.
4. Назвіть основні технологічні операції при виробництві азбестоцементних виробів.
5. Як виробляють силікатну цеглу?

Лекція 9. Виробництво дьогте-бетонних сумішей; бітумних емульсій і мастик; покрівельних матеріалів

План лекції

- 9.1. Загальна характеристика бітумних і дьогтевих матеріалів.
- 9.2. Бітумні матеріали, що застосовують в будівництві.
- 9.3. Виробництво покрівельних матеріалів.

9.1. Загальна характеристика бітумних і дьогтевих матеріалів

Матеріали цієї групи (*асфальтові матеріали*) об'єднують велику кількість дорожніх покрівельних, гідроізоляційних та інших матеріалів, які одержують на основі бітумних та дьогтьових в'язучих. Їх застосовують у вигляді емульсій, паст, мастик, розчинів і бетонів, рулонних і штучних виробів, характерними особливостями яких є високі водо- і хімічна стійкість, непроникність, адгезійна здатність.

Найбільш значна кількість бітумних і дьогтьових в'язучих йде на виробництво асфальтових бетонів. Асфальтобетонні покриття застосовують на автомобільних дорогах будь-якої вантажності. Вони характеризуються достатньою механічною міцністю, необхідними пружними і пластичними деформаціями, добрим зчепленням з автомобільними шинами, легко ремонтуються. Асфальтобетонні покриття широко застосовують в аеродромному будівництві. Асфальтові матеріали застосовують також для гідроізоляції, протифільтраційного покриття та антикорозійного захисту котлованів, труб, водосховищ.

Бітумні і дьогтеві лаки і фарби використовують для гідроізоляції бетонних, дерев'яних і металевих конструкцій, гарячі і холодні асфальтові мастики і розчини - для штукатурної, а рулонні матеріали для обклеювальної гідроізоляції.

Значна частина покрівель цивільних і промислових споруд виконується із застосуванням бітумних рулонних і мастичних покрівельних матеріалів. До ефективних і довговічних покрівельних матеріалів відносяться: склоруберойд, руберойд, що наплавляється, руберойд з кольоровою посипкою та ін. Властивості асфальтових матеріалів суттєво покращуються при введенні полімерних добавок.

Бітуми та дьогтеві в'язучі

Бітуми та дьогті поряд з синтетичними полімерами є органічними в'язучими і являють собою суміші високомолекулярних вуглеводнів і їх неметалевих похідних.

Бітуми та дьогті отримують з різних матеріалів і різними способами, однак їх об'єднує ряд загальних властивостей, зумовлених відносною близькістю складу і структури. Найважливішими компонентами як бітумів, так і дьогтів є масла та смоли, що являють собою рідке середовище, в якому дисперговані тверді фази: для бітуму в основному асфальтени, а дьогтю - вільний вуглець.

Асфальтени - високомолекулярні сполуки з молекулярною масою 900 - 6000, що вміщують переважно сполуки вуглецю з киснем, сіркою і азотом. Модифікаціями асфальтенів, які утворюються при більш глибокому окисленні, є

карбени і карбоїди.

Смоли мають молекулярну масу від 500 до 2000, консистенція їх міняється від тягучої липкої до твердої аморфної маси.

Бітуми та дьогті характеризуються міцелярною структурою.

Головними якісними показниками бітумів і дьогтів є в'язкість, деформативність і теплоємність. Ці властивості залежать в основному від їх складу. Із збільшенням вмісту масел знижується в'язкість, зростає деформаційна здатність та зменшується температура розм'якшення. Смоли обумовлюють в'язучі властивості бітумів і дьогтів, надають їм пластичність, збільшують клеючу (адгезійну) здатність. Асфальтени в бітумах і вільний вуглець в дьогтях підвищують температуру розм'якшення і твердість.

В'язкість дьогтів і рідких бітумів визначається віскозиметрами по часу витікання проби через отвір діаметром 5 чи 10 мм при постійній температурі.

В'язкість напівтвердих і твердих бітумів умовно оцінюється по *пенетрації* - глибині проникнення голки певного діаметру при температурі 25° С в десятих долях міліметра (градусах пенетрації). З підвищенням температури в'язкість дьогтів понижується швидше, ніж бітумів, що пояснюється незначною стійкістю дьогтьових міцел.

Здатність до пластичних деформацій визначається для бітумів. Для твердого дьогтьового продукту (*пеку*) вона незначна. Деформативність бітумів характеризується розтягом (*дуктильністю*) - здатністю витягуватися в нитку. Чим більший розтяг, тим вищою буде і пластичність. Тверді бітуми і дьогтеві матеріали, як і інші речовини аморфної будови, не мають певної температури плавлення, а характеризуються температурою розм'якшення, яка визначається на стандартному приладі «кільце та куля». Під *температурою розм'якшення* розуміють температуру, при якій бітум чи твердий залишок після розгонки дьогтю (пек), залиті в кільце, під дією сталевий кульки витискуються на певну глибину. Крім вказаних, при необхідності визначаються і інші властивості - температура спалаху, крихкості, розчинність та ін.

Оскільки основні властивості бітумів і дьогтів в кінцевому рахунку визначаються груповим хімічним складом, вони взаємопов'язані. Так, із збільшенням пенетрації зростає розтяг і знижується температура розм'якшення, а із зменшенням - навпаки.

Бітумні і дьогтеві в'язучі є гідрофобними матеріалами, які не змочуються водою і не розчинні у воді.

Бітуми і дьогті добре розчинюються в органічних розчинниках, особливо неполярного типу (дихлоретані, бензолі, хлороформі, уайт-спириті тощо).

Бітуми на відміну від дьогтів в умовах вологого середовища, забрудненого мікроорганізмами, не оберігають органічні матеріали від загнивання. Дьогті цілком біостійкі, тому дьогтьовим матеріалам віддають перевагу в умовах прихованої гідроізоляції. Крім цього, дьогті мають більш високу адгезійну здатність, ніж бітуми, що викликано підвищеним вмістом в них поверхнево-активних речовин (феноли, карбазол та ін.).

Як бітуми, так і дьогті (причому останні більшою мірою) здатні до старіння, тобто погіршення якісних показників і зниження довговічності при дії атмосферних факторів. Суть процесу старіння полягає в послідовному окисленні компонентів, що повільно протікає при звичайних температурах. Зниження з

часом в бітумних та дьогтьових матеріалах частки масел і смол приводить до падіння їх пластичності та збільшення крихкості.

Види бітумів і дьогтів. Бітуми поділяються на природні та штучні - нафтові.

Природні бітуми - продукти природного окислення нафти, що протікає в земній корі протягом багатьох століть. В чистому вигляді вони зустрічаються рідко, переважно просочують пористі гірські породи - пісковики, вапняки, доломіти. Ці бітумізовані породи називають асфальтовими. З них, при вмісті не менше 10 - 15 % бітуми дістають за допомогою органічних розчинників шляхом "екстрагування". Природні бітуми вміщують невелику кількість шкідливих домішок - парафінів і характеризуються підвищеною довговічністю. Частіше асфальтові породи подрібнюють і використовують в якості наповнювачів мастик і асфальтових бетонів.

9.2. Бітумні матеріали, що застосовують в будівництві

В будівельній практиці застосовують, головним чином, штучні нафтові бітуми. *Нафтові бітуми* отримують як кінцеві продукти прямої перегонки чи крекінгу нафти.

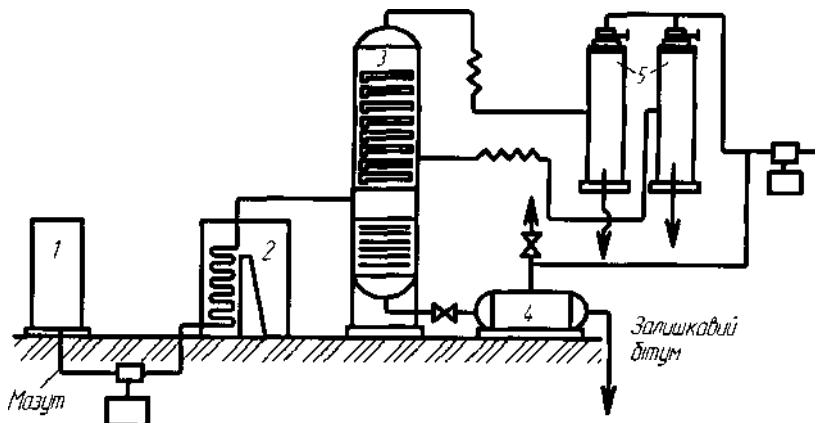


Рис. 9.1. Технологічна схема виробництва залишкового бітуму:
1 - мірник для сировини; 2 - трубчаста піч; 3 - вакуумна колона;
4 - бітумний бак; 5 - конденсатори

Залежно від способу одержання розрізняють два основних види нафтового бітуму - залишковий і окислений (рис. 9.1). Залишковий бітум утворюється як залишок після відгонки масел з мазутів та гудронів. Вихід залишкового бітуму при перегонці ароматичних нафт може досягати 15%. Залишкові бітуми вміщують асфальтени в невеликій кількості, тому мають в'язку консистенцію і відносяться до найбільш м'яких сортів.

Залежно від призначення розрізняють дорожні, будівельні, покрівельні і спеціальні бітуми. Основні стандартні вимоги до дорожніх та будівельних нафтових бітумів приведені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Основні властивості нафтових бітумів

Тип і марка бітуму	Температура розм'якшення не нижча, °С	Пенетрація в 0,1 мм		Розтягува- ність при 25°С не менше,
		при 25°С	при 0°С	
Дорожні				
БНД 200/300	35	201 - 300	45	-
БНД 130/200	40	131-200	35	65
БНД 90/130	45	91 - 130	28	60
БНД 60/90	48	61 -90	20	50
БНД 40/60	52	40-60	13	40
Будівельні				
БН 50/50	50	41 -60	-	40
БН 70/30	70	21 -40	-	3
БН 90/10	90	5-20	-	1

Для використання асфальтових матеріалів поряд із в'язкими бітумами застосовують і рідкі бітуми трьох класів: ШГ - бітуми, що швидко гуснуть; СГ - що гуснуть з середньою швидкістю і ПГ - що гуснуть повільно. Рідкі бітуми можна виробляти з в'язких бітумів за допомогою розчинників.

Дьогті як будівельні в'язучі використовують в значно меншій мірі, ніж бітуми. Це викликано рядом причин, з яких головними є вузький інтервал термостабільності, підвищена здатність до старіння під впливом атмосферних факторів, дефіцитність дьогтевих продуктів, що використовують як цінну хімічну сировину, токсичність.

До дьогтів відносять конденсовані продукти деструктивної (без доступу повітря) перегонки твердого палива і нафти. Найбільше розповсюджені кам'яновугільні дьогті. При переробці кам'яного вугілля одержують кокс, коксовий газ, бензол, аміак і кам'яновугільну смолу - «сирий дьоготь». При розробці сирого дьогтю дістають аміачну воду, масла і твердий залишок - пек. В будівництві застосовують переважно відігнані чи складені кам'яновугільні дьогті. Відігнані дьогті одержують очисткою сирого дьогтю від води та інших летких

речовин, складені при з'єднанні пеків з дьогтьовими маслами.

9.3. Виробництво покрівельних матеріалів

Існують такі види покрівельних матеріалів: руберойд, пергамін, гідросклоізол, гідроізол, толь, фольгоізол, метаізол та ін. будівельні полімерні матеріали.

Технологічний процес виробництва рулонних покрівельних матеріалів.

1. Підготовка основного матеріалу (картону, скловолокнистого полотна або скловати).
2. Розмотування з рулонів і створення запасу розмотаної основи.
3. Надходження основного матеріалу системою привідних валків до просочувальної ванни, заповненої розігрітим бітумом або дьогтем.
4. Подання просоченої основи до камери повітряного підсушування через, які відтискають зайву бітумну масу.
5. Занурення просоченої основи в ванну з покривним матеріалом (бітумом або сумішшю бітуму з мінеральними добавками) і подавання її на агрегат з посипками.
6. Намотування готового матеріалу в рулони.

Широке застосування полімерних матеріалів дозволяє істотно знизити масу конструкцій та зробити їх більш надійними, при цьому процес будівництва стає більш технологічним, в ньому починають переважати монтажні операції та майже відсутні «мокрі» процеси.

Поєднання властивостей таких традиційних будівельних матеріалів як скло, деревина, бетон істотно розширює галузі їх використання і покращує міцнісні, теплоізоляційні, акустичні, хімічні властивості, які є важливими для будівельників, архітекторів та дизайнерів.

Класифікація та загальна характеристика полімерних речовин

Полімерними речовинами називають високомолекулярні сполуки, які складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови.

Полімерні речовини виробляють із хімічних речовин, які отримують із доступної сировини: газоподібних продуктів переробки нафти, природного газу, кам'яновугільного дьогтю, а також із відходів сільськогосподарського виробництва.

Полімерні речовини можуть перебувати у рідкому або твердому станах. Для твердих полімерів характерна аморфна чи кристалічна структура.

Головними критеріями класифікації полімерних речовин є хімічна природа, походження, спосіб синтезу та твердіння, склад основного ланцюга макромолекул та характер їхньої будови, здатність до пластичних деформацій при циклічній дії температурного фактора.

За хімічною природою полімерні речовини поділяють на органічні та неорганічні. У складі неорганічних високомолекулярних сполук (полімерів)

атоми карбону відсутні, а в органічних макромолекули складаються переважно з цих атомів.

За походженням розрізняють полімерні матеріали природні (біополімери, наприклад, білки, нуклеїнові кислоти) та штучні.

До *природних полімерів* відносять складові деревини (лігнін та целюлозу), а також бавовну, вовну, шкіру, каучук тощо.

Штучні полімерні матеріали отримують синтезом із простих низькомолекулярних мономерів: до них відносять поліетилен, поліпропілен, фенолформальдегідні смоли.

За характером просторової структури полімерні матеріали поділяють на лінійні, розгалужені та просторові.

За способом синтезу та твердіння органічні штучні полімерні речовини поділяють на *полімеризаційні* та *поліконденсаційні*.

При реакції *полімеризації* процес сполучення молекул мономера відбувається без зміни хімічного складу і виділення побічних речовин. *Прикладами* таких полімерів є полівінілхлорид, полістирол, поліетилен, поліакрилати, синтетичний каучук.

При реакції *поліконденсації* утворюються високомолекулярні сполуки з виділенням побічних продуктів реакції, хімічний склад таких полімерів відрізняється від вихідних речовин.

Прикладами є поліефіри, поліуретани, а також фенолоальдегідні, карбамідні, епоксидні полімери.

За здатністю до пластичних деформацій при дії температурного фактора органічні полімери поділяють на *термопластичні та термореактивні*.

Сучасна промисловість випускає значну кількість термопластичних полімерів: поліолефінів (РО), найбільш важливими серед яких є групи поліетиленів (РЕ) і поліпропіленів (РР); багаточисельні типи матеріалів представлені у групах стирольних пластиків (PS), поліамідів (РА), складних поліефірів. Традиційно виділяють групи полімерів на основі целюлози або фторопластів.

До *полімеризаційних полімерів*, які застосовують для виготовлення будівельних пластмас, належать поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полівінілацетат, полістирол, поліакрилати.

Поліетилен використовують як основу для виготовлення труб, фітінгів, плівок, матеріалів для тепло- та шумоізоляції, в тому числі пінопласти, елементи благоустрою дитячих майданчиків.

Поліпропілен є прозорим, не має запаху, не поступається перед поліетиленом за водо- та хімічною стійкістю, переважає його за теплостійкістю і механічними властивостями. Застосовують для виготовлення плівок, листових і плиткових облицювальних матеріалів, волокон для килимових матеріалів, пінопластів, погонажних та санітарно-технічних виробів.

Поліізобутилен – еластичний каучуковий матеріал. Застосовують у складі герметиків для ущільнення швів у панельних будівлях. Із *поліізобутилену* виготовляють гідроізоляційні матеріали та клеї.

Полівінілхлорид використовують для виготовлення лінолеумів, гідроізоляційних та теплоізоляційних матеріалів.

Полістирол – твердий, пружний, безбарвний і прозорий полімер. Із

полістиролу виготовляють пінопласти, облицювальні плитки тощо.

Поліконденсаційні полімери застосовують у будівництві як конструкційні та облицювальні пластмаси, ефективні теплоізоляційні матеріали, композиції для влаштування монолітних покриттів підлог, гідрофобізації тощо.

Різновиди поліконденсаційних полімерів: фенолальдегідні полімери, аміноальдегідні, епоксидні полімери, поліуретани, поліефіри, кремнійорганічні полімери.

Поліорганосилоксани характеризуються стійкістю до термічної та термоокислювальної деструкції. Органічні бокові радикали, зв'язані з атомами силіцію у поліорганосилоксанах, надають останнім водостійкості, еластичності.

Найбільш розповсюдженим типом силікону є лінійний *полідиметилсилоксан*, а також силіконові смоли. Силікони використовують в будівництві та реставрації. **Добавки силіконів** до бетонної суміші виконують функції пластифікатора і покращують структуру бетону.

Кремнійорганічні каучуки застосовують для отримання ущільнювальних мастик та герметиків, які є стійкими до старіння, здатні до роботи в інтервалі температур від -70 до $+250^{\circ}\text{C}$, мають адгезію до бетону.

Кремнійорганічні полімери характеризуються високою теплостійкістю, водостійкістю, гідрофобністю, хімічною стійкістю та морозостійкістю. **Недоліками** їх є невисока міцність і слабка адгезія до інших матеріалів.

Полімери, побудовані з однакових мономерів називають *гомополімерами*, з різних сополімерами Кремнійорганічні каучуки застосовують для отримання ущільнювальних мастик та герметиків, які є стійкими до старіння, здатні до роботи в інтервалі температур від -70 до $+250^{\circ}\text{C}$, мають адгезію до бетону.

Кремнійорганічні полімери характеризуються високою теплостійкістю, водостійкістю, гідрофобністю, хімічною стійкістю та морозостійкістю. **Недоліками** їх є невисока міцність і слабка адгезія до інших матеріалів.

Полімери, побудовані з однакових мономерів називають *гомополімерами*, з різних сополімерами.

Перспективним є застосування сополімерів тетрафторетилену (Ф-40, Ф-42 та ін.) при отриманні оздоблювальних матеріалів для фасадів та інтер'єрів будівель і споруд. Вони не піддаються забрудненню, легко миються водою і не вицвітають з часом. Плівки та панелі з достатньою довговічністю, їх використанням таких полімерів характеризуються застосовують переважно для житлових будинків та котеджів. Ці матеріали застосовують також як плівки замість скла при облаштуванні колекторів сонячних батарей, парників та оранжерей. Фторопластові покриття застосовують для оздоблення хмарочосів, антикорозійного захисту мостів, які відрізняються не тільки стійкістю до навколишнього середовища, але й зберігають привабливий зовнішній вигляд.

Полімерні матеріали

Полімерні матеріали, або пластичні маси, виготовляють на основі високомолекулярних сполук – полімерів.

Якщо пластмаса виготовлена з одного полімеру, її називають простою. Складні пластмаси – це такі, у яких крім полімеру є інші компоненти: наповнювачі, отверджувачі, стабілізатори, пластифікатори, барвники,

пороутворювачі тощо. Полімерні матеріали та вироби класифікують за основним полімером, що входить до їхнього складу; за методом виробництва; за галуззю застосування у будівництві.

За структурою пластмаси бувають щільні, ніздрюваті, крутшопористі, волокнисті, шаруваті; за фактурою поверхні - гладкі, рифлені, тиснені; за кольором - одно- та багатокольорові.

Розрізняють пластичні маси прості, що складаються лише з полімерної речовини, і складні, до складу яких, крім полімеру, входять: наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, барвники та інші добавки для надання спеціальних властивостей.

Основні властивості полімерних матеріалів.

Порівняно з відомими традиційними будівельними матеріалами (кераміка, деревина, метали), полімери почали застосовувати відносно недавно (початок XX ст.), але вони міцно зайняли провідні позиції завдяки високій економічності та технологічності.

Загальні властивості полімерних матеріалів залежать від багатьох факторів: хімічного складу, будови, типу добавок (наповнювачів, пластифікаторів, барвників), технології виготовлення.

Позитивною характеристикою багатьох матеріалів на основі полімерів є низька стираність, тому їх широко використовують для влаштування підлог.

Деякі пластмаси відрізняються високим опором удару.

Важливими властивостями пластмас є висока прозорість, безбарвність, здатність пропускати ультрафіолетові промені, що дає змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель, наприклад, у куполах верхнього світла, огорожах теплиць, оранжерей, лікувальних закладів.

Полімерним матеріалам можна надавати будь-якої форми не тільки за рахунок способу формування, але й шляхом їх механічної обробки (пиляння, свердління, фрезерування).

Пластмаси добре склеюються як між собою, так і з іншими матеріалами (металом, деревиною), тому з них виготовляють різні комбіновані клеєні будівельні вироби і конструкції.

Пластмаси мають високі декоративні властивості і це дає змогу використовувати їх для опорядження стін, стель, покрівель, створення архітектурних елементів декору та покриття підлог. Введенням до складу вихідної композицій пігментів можна одержати матеріал будь-якого забарвлення та відтінку, у тому числі багатокольорні імітації природного каменю та цінних порід деревини.

Поряд із комплексом позитивних властивостей полімерні матеріали мають і ряд **негативних**. Для більшості з них характерна низька теплостійкість, полімерні матеріали є горючими, вони виділяють отруйні гази при горінні, легко спалахують.

При переробці пластмас та експлуатації їх - нерідко виділяються токсичні речовини, тому застосування полімерних матеріалів можливе лише після встановлення ступеня їхньої токсичності. Полімерні матеріали мають обмежений термін використання порівняно з іншими будівельними матеріалами, тому їх не застосовують у відповідальних конструкціях.

Полімери поділяються **на природні та штучні**. **Природні** – це каучук, білки;

штучні одержують із кам'яного вугілля, нафти, природного газу тощо.

За способом виготовлення полімери поділяють на класи: А – полімеризаційні, Б – поліконденсаційні, В – одержані модифікацією природних полімерів, Г – утворені в природних умовах і здобуті перегонкою органічних речовин.

У виробництві пластмас використовують полімери груп А і В.

Полімеризацією одержують поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полістирол. **Полімеризація** – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення побічних продуктів.

Поліконденсацією здобувають фенолальдегідні, аміноальдегідні, епоксидні, кремнійорганічні, поліефірні полімери. **Поліконденсація** – це процес одержання високомолекулярних сполук з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню, аміаку тощо).

Залежно від характеру перетворень при нагріванні розрізняють полімери **термопластичні і термореактивні**.

Термопластичні полімери здатні при нагріванні розм'якшуватися, а при охолодженні переходити у твердий стан. Розм'якшуватися і тверднути вони здатні багато разів (полімеризаційні полімери). Термореактивні полімери твердіють при першому нагріванні, не можуть розм'якшуватися при повторному нагріванні (поліконденсаційні полімери).

Наповнювачі знижують витрату полімеру, поліпшують міцність, твердість, зносо- і теплостійкість. Це крейда, тальк, деревне борошно, пісок, азбестові, деревні і скляні волокна, папір, тканина, деревний і скляний шпон тощо.

Пластифікатори поліпшують умови переробки полімерних композицій і деформативні властивості виробів. Це камфора, олеїнова кислота, дибутилфталат та ін.

Стабілізатори вводять для тривалого збереження властивостей пластмас під час експлуатації, вони підвищують довговічність виробів. Це, наприклад, стеарат кальцію та барію.

Отверджувачі прискорюють процес твердіння полімерів та утворення просторової тривимірної структури. Це ангідриди кислот, аміни, поліспирти, ізоціаніти тощо.

Антипірени підвищують стійкість до займання. Це борна кислота та ефірофосфорна бура, фосфорнокислий і сірчаноокислий амоній, рідке скло, хлорпарафін.

Барвники надають пластмасам кольору (вохра, сурик, мумія, умбра та ін.).

Для одержання ніздрюватих пластмас до їхнього складу вводять **пороутворювачі** (порофори), що спінюють масу.

Від інших будівельних матеріалів пластмаси **відрізняються** низькою щільністю, високою хімічною стійкістю, водостійкістю, тепло- і електроізоляційними властивостями. Пластмаси легко переробляються, мають відносно високу міцність. Але у пластмас багато і недоліків: низькі теплостійкість та твердість, високий коефіцієнт температурного розширення, токсичність, займистість, старіння, холодноламкість, повзучість.

Застосування їх дає змогу знизити матеріаломісткість будівництва, з успіхом замінити деякі дефіцитні мінеральні та органічні матеріали.

Будівельні матеріали із пластмас.

Для несучих, огорожувальних конструкцій застосовують матеріали, що наведені нижче.

Деревношаруваті пластики – це листові матеріали, виготовлені гарячим пресуванням пакетів із декількох шарів деревного шпону, просоченого синтетичними смолами.

Склопластики складаються із в'язучого полімеру і наповнювачів із скловолокнистих матеріалів. За видом скловолокнистого наповнювача розрізняють: СВМ – скловолокнистий анізотропний матеріал склопластик на основі рубленого волокна, склотекстоліт.

СВМ виготовляють гарячим пресуванням листів склошпону – тонких полотен спеціально орієнтованих волокон, які склеєні епоксидно-фенольними смолами.

Склотекстоліт одержують гарячим пресуванням полотен склотканини, просоченої фенолформальдегідними смолами.

ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГ

Полімерні матеріали легші, ніж деревні та керамічні, міцні, біостійкі, гігієнічні, тепло- та звукоізоляційні.

Найпоширеніший матеріал для покриття підлоги – лінолеум, який випускають з основою і без неї. Каландровим способом виготовляють безосновний лінолеум; змішують компоненти; пластифікують масу на вальцях при температурі 130...150 °С і отримують полотно на каландрах.

Різновиди лінолеумів: **полівінілхлоридний**, гліфталевий (алкідний), колоксиліновий (нітроцелюлозний) лінолеум, гумовий лінолеум (релін).

Синтетичні ворсові килими на спінений латексній основі мають підвищені акустичні і теплоізоляційні властивості. Товщина – 3...8 мм, довжина – до 12 м, ширина – від 1000 до 4000 мм. Застосовують у читальних залах, номерах готелів тощо.

Різновиди синтетичних ворсових килимів – ворсолін і ворсоніт.

Ворсолін – нетканий рулонний матеріал з двох шарів: верхній шар – петельний ворс із пропіленової пряжі, нижній шар – полівінілхлоридна плівка. Довжина полотна – 12...20 м, ширина – 1000, товщина – 4...6 мм.

Ворсоніт виготовляють із поліефірної чи поліамідної тканини. Верхній шар – синтетична тканина з капроновим ворсом, а нижній – спінений латекс (пінолатекс). Довжина – до 12 м, ширина – 1...4 м, товщина – до 8 мм.

Плитки для підлог виготовляють з полівінілхлориду, кумарону, каучуку, гуми. Плитки легко кріпити до основи, замінювати іншими під час ремонту. З них можна створювати малюнок підлоги, але вони менш гігієнічні, ніж рулонні матеріали. Розміри **полівінілхлоридних** плиток – 300×300, 200×200 мм, товщина 1,5...3 мм; водостійкі, добре чинять опір стиранню, пружні. **Кумаронові** плитки мають такі ж розміри при товщині 3...4 мм. Розміри гумових плиток 300×300, 500×500 мм, товщина – 3,5...10 мм.

Крім рулонних та плиткових для підлог застосовують мастикові безшовні матеріали на основі карбамідних, поліефірних, полівінілацетатних полімерів. Безшовні підлоги бувають полівінілацетатні, полімерцементні, епоксидні.

Полівінілацетатні покриття складаються з полівінілацетатної емульсії

(1 частина), мінерального порошку (0,8...1,5 частини), мінеральних пігментів (0,12...0,25 частини) і води (0,3...0,5 частини), їх наносять на сухий шар цементно-піщаного розчину марки 150 з полівінілацетатною емульсією пістолетом-розпилювачем у два шари, загальна товщина яких 2...3 мм.

Полімерцементні покриття виготовляють ретельним перемішуванням полівінілацетатної емульсії з водою, пігментами, цементом, піском, щебенем.

Склад **полівінілацетатного бетону** за масою: цемент марки не нижче 400 – 1 частина; полівінілацетатна емульсія – 0,3; вода – 0,25; пігменти – 1,4; щебінь – 2,6 частини.

Епоксидні підлоги складаються з суміші епоксидної смоли (1 частина), отверджувача (2 частини), піску (3,7 частини). Товщина покриття – 2...3 мм.

Уводячи до складу мастикових безшовних матеріалів спеціальні добавки, можна створювати електричні, бактерицидні, пилевідштовхуючі та інші спеціальні покриття підлог промислових та цивільних будівель.

ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Найширша група полімерних матеріалів—матеріали для опорядження стін, їх випускають у вигляді листів, рулонних, плиткових, профільно-погонажних матеріалів.

ПОГОНАЖНІ ТА САНТЕХНІЧНІ ВИРОБИ І ТРУБИ З ПЛАСТМАС.

ПОЛІМЕРНІ КЛЕЇ

Погонажні вироби – це плінтуси, поручні для сходів, балконів, накладки, розкладки, наличники тощо. Їх виготовляють екструзійним способом із полівінілхлориду. Розміри дуже різні. Випускають у вигляді відрізків до 3,5 м завдовжки або в бухтах по 12...17 м.

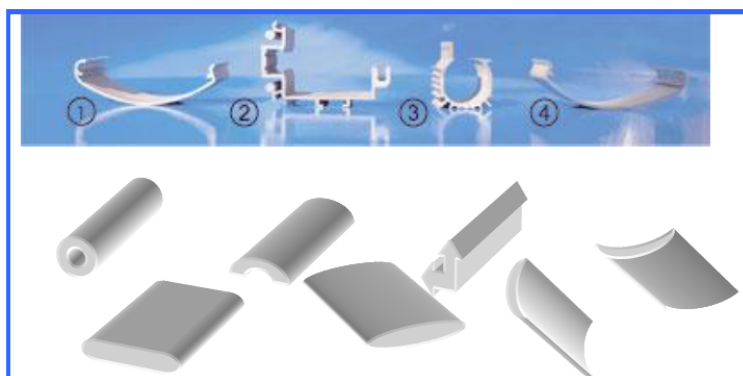


Рис. 9.1. Погонажні вироби із пластмас

Полімерні клеї. У будівництві застосовують синтетичні клеї, завдяки чому знижуються витрати традиційних матеріалів, затрати на будівництво, підвищуються техніко-економічні показники. Синтетичні клеї – це розчини, розплави чи дисперсії полімерів, які здатні прилипати до поверхонь різних матеріалів і, отверджуючись, з'єднувати ці матеріали.

На основі *термопластичних полімерів* виготовляють полівінілацетатні, поліамідні, поліакрилові, каучукові клеї. Їх використовують для кріплення опоряджувальних матеріалів, склеювання піно- та поропластів.

Для більш міцних з'єднань застосовують клеї на основі *термореактивних полімерів*: епоксидної, фенолформальдегідної, карбамідної, поліефірної та

поліуретанової смол. Ці клеї мають високу склеювальну здатність, водо- і теплостійкість, стійкість до вібраційних навантажень.

Ними склеюють алюміній, сталь та інші метали, кераміку, скло, бетон, деревину. Основним недоліком синтетичних клеїв є висока токсичність під час виготовлення та склеювання.

Сучасні матеріали на основі пластмас

Полімерні рулонні матеріали для покрівлі. Новий етап у розвитку технологій рулонних матеріалів, так звані – ПВХ – мембрани. Основними відмінностями ПВХ – мембран від полімерно-бітумних є: матеріал укладається в один шар без застосування відкритого полум'я (монтаж покрівлі з його застосуванням менш трудомісткий і витратний), легкий (1,6 кг/м²), еластичний (володіє високою деформаційною здатністю), міцний на прокол, всесезонний (укладання може здійснюватися при температурі до -20 °С), забезпечує ефект „дыхаючої покрівлі”, що запобігає скупчення конденсату в підпокрівельному просторі, має широку кольорну гаму, термін служби не менше 20 років. Недоліком даних матеріалів є висока ціна. Дані матеріали на даний момент є слабо розповсюдженими.

Покрівельний матеріал "Біолайн" – це екологічно чистий жорсткий покрівельний матеріал, який не вміщує азбест, бітум, феноли і інші канцерогенні речовини. „Біолайн” призначений для обладнання дахів в житловому, громадському і промисловому будівництві.



Рис. 9.2. Погонажні вироби із пластмас

Властивості матеріалу: глянцева поверхня, насичений колір, широка кольорова гамма (вісім основних кольорів) „Біолайн” не боїться механічних пошкоджень, наділений звуко- і теплоізоляцією. Шар „Біолайну” товщиною 5 мм відповідає по теплопровідності шару деревини товщиною 10 мм. Основні фізико-механічні характеристики хвилястих листів „Біолайн”: границя міцності при вигині не менше 18...20 МПа; ударна в’язкість не менше 8...13 КДж/м²; морозостійкість не менше 100 циклів, для порівняння: ударна в’язкість

азбестоцементного листа – всього 1,5 КДж/м², а його морозостійкість – до 25 циклів. Температурний діапазон експлуатації „Біолайну” від -40 °С до +80 °С. Унікальною особливістю „Біолайну” являється його стійкість до різних кліматичних умов і агресивним середовищам.

Декоративні панелі із полістиролу (рис. 15.3) використовують для опорядкування стін, стель приміщень культурні побутового й адміністративного призначення.



Рис. 9.3. Погонажні вироби із пластмас

Декоративний полістирол ідеально підходить для виготовлення перегородок в середині приміщення, засклення. Екструдований полістирол виготовляється у вигляді прозорих, звичайних молочних, кольорових листів, а також декоративних листів з різноманітною фактурою.

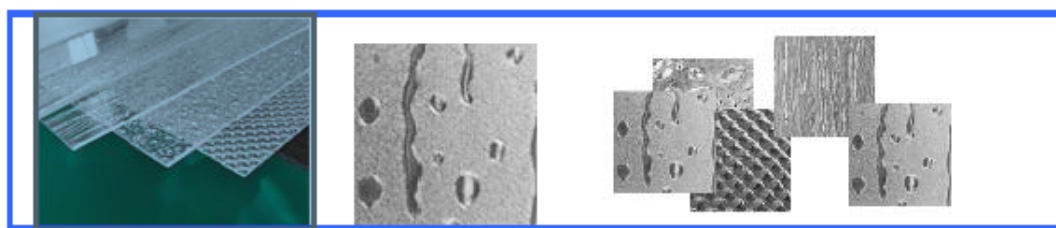


Рис. 9.4. Екструдований полістирол



Рис. 9.5. Дзеркальний полістирол як матеріал для декорацій

Виготовлення перил, козирків, закління дверей, виготовлення фонарної частини куполів, а також плафонів світильників громадського і індивідуального призначення. Можливості застосування практично необмежені дякуючи різноманіттю видів полістиролу: він може бути пожежо-, погодостійкий, антистатичний, теплостійкий, стійкий перед УФ- випромінюванню, оброблений коронним розрядом і т.п.

Полікарбонатні панелі виготовляють із полікарбонатного стільникового пластику. Прозорий і напівпрозорий матеріал, з теплоізоляційними, акустичними властивостями, прозорість становить 73...83 %, в 250 раз міцніший ніж скло.

Температура використання від -40 °С до +120 °С. Товщина панелей – 4...10 мм (2х стінні); 16 мм (4х стінні); 16...40 мм (ХР-структурні); розміри – 2,1×6 м. Використовується для зашклення дахів, стін і вітражів, теплиць, оранжерей, спортивних споруд, автовокзалів, внутрішніх перегородок.

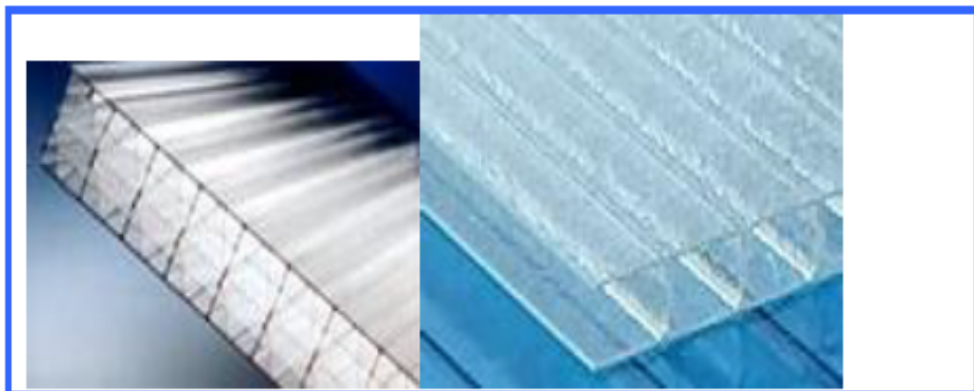


Рис.9.6. Полікарбонатні стільникові панелі

Штучний мармур – сучасний матеріал для створення різноманітних поверхонь і облицювання стін. Оформлені за допомогою штучного мармуру приміщення приймають вишуканий вигляд. Функціональність поєднується з витонченою естетикою. Основні переваги цього матеріалу – його міцність, довговічність, проста обробка і догляд, універсальність. Ззовні він схожий на

мармур або граніт, але при дотику він теплий і приємний на дотик. Крім цього, матеріал має над стійкість до плям і хімічним речовинам, не всмоктує воду.



Рис. 9.7. Штучний мармур

Сайдинг за популярністю займає лідируючу позицію. На українському ринку пропонується сайдинг з алюмінію, сталі, відходів переробки деревини, фіброцементний, вініловий. Різноманітність кольорів, фактур, розмірів дають можливість архітекторам реалізувати найсміливіші рішення.

Найбільш використовується вініловий сайдинг, дякуючи своїй механічній і корозійній стійкості, а також технологічності. Вініловий сайдинг – це пофарбовані в масі і відформовані із полівінілхлориду методом екструзії панелі, які імітують дощату обшивку. Довжина панелей від 300 – 400 см, ширина від 20 до 25 см.

Натяжні стелі – система, яка складається із ексклюзивної вінілової плівки, яка натягується на спеціальний профільний каркас в високотемпературному режимі. Стеля антистатична, водонепроникна, вогнестійка. Фактура стелі різноманітна: лакова, бархатна, металік.



Рис. 9.8. Натяжні стелі у поєднанні з гіпсокартоном

Шовкова штукатурка – порошок із шовкового кокону і обробленого шовку з синтетичним водорозчинним клеєм. Широка гама кольорів. Має тепло, звукоізоляційні властивості, багаторазове використання для штукатурки внутрішніх стін.

Коутекс – безшовне покриття підлоги (ТУ У 229422530. 001-96) Герметичний, хімічностійкий, пожежостійкий, радіаційностійкий, естетичний, екологічно чистий матеріал для влаштування підлоги в хімічній, електронній, електротехнічній, харчовій, нафтопереробній, фармацевтичній промисловості.



Рис.9.9. Шовкова штукатурка в інтер'єрі



Рис. 9.10. Безшовне покриття Коутекс

Контрольні запитання до лекції 9

1. Дайте визначення поняттю «полімерні матеріали».
2. Назвіть основні властивості полімерних матеріалів.
3. Назвіть головні критерії класифікації полімерних матеріалів.
4. Назвіть опоряджувальні полімерні матеріали.
5. Назвіть полімерні матеріали для покриття підлог.

Лекція 10. Виробництво металевих виробів та конструкцій

План лекції

- 10.1. Сталь та сфери її застосування.
- 10.2. Підприємства з виготовлення металевих конструкцій.
- 10.3. Технологічний процес виготовлення металевих конструкцій.

10.1. Сталь та сфери її застосування

Металеві конструкції поділяють на будівельні і технологічні.

Будівельні конструкції – колони, ферми, балки використовують при будівництві цивільних і промислових будівель і споруд.

Технологічні металоконструкції застосовують при встановленні технологічного обладнання, або вони є складовою частиною нього обладнання. До технологічній металоконструкцій відносять: естакади трубопроводів, огороження, резервуари, ємності, бункери, нестандартне обладнання та інші. Будівельні конструкції головним чином виготовляють із маловуглецевої сталі. Марки сталі для виробництва металоконструкцій вибирають залежно від умов їх експлуатації, навантажень, призначення і інших факторів.

Сталь маловуглецеву будівельну і вуглецеву гарячекатану звичайної якості поділяють на три категорії:

- «А» сталь, яка відповідає визначеним механічним властивостям;
- «Б» сталь, яка відповідає визначеному хімічному складу;
- «В» сталь, яка відповідає визначеним механічним властивостям і додатковим вимогам по хімічному складу.

Характеристики деяких сталей групи «А» та «Б» наведені у таблиці 10.1 та 10.2.

Таблиця 10.1.

Характеристика сталей групи «А»

Марка сталі	Межа текучості, МПа	Тимчасовий опір, МПа	Відносне подовжено, % (не менше)
Ст0	-	320	18...22
Ст1	-	320... 400	28...33
Ст2	190...220	340...420	26...31
Ст3	210... 240	380... 470	21...27
Ст4	240...260	420... 520	19...25
Ст5	260...280	500...620	15...21

Ст6	300...310	600...720	11...16
Ст7	-	700...750	8...11

Таблиця 10.2.

Хімічний склад сталей групи «Б»

Марка сталі	Вміст елементів, % по масі				
	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка
МСт0	0.23	-	-	0.07	0.06
МСт1кп	0.06...0.12	0.05	0.25...0.5	0.045	0.055
МСт2кп	0.09...0.15	0.07	0.25...0.5	0.045	0.055
МСт3кп	0.14...0.22	0.07	0.30...0.6	0.045	0.055
МСт4	0.18...0.27	0.30	0.4...0.7	0.045	0.055
МСт5	0.28...0.37	0.35	0.5...0.3	0.045	0.055
МСт6	0.38...0.49	0.35	0.5...0.8	0.045	0.055

Низьколеговані сталі, які вміщують не більше 1% хрому і нікелю використовують у будівництві для виготовлення конструкцій, які вимагають підвищеної міцності. Для виробництва, технологічних металоконструкцій можуть застосовувати спеціальні леговані і високолеговані сталі.

Сталі, які застосовують у будівництві, мають велику міцність, електро- і теплопровідність. Вони, як правило, добре зварюються, працюють при низьких і високих температурах.

До недоліків сталі можна віднести велику щільність, здатність до корозії в умовах дії агресивних середовищ.

Для виготовлення сучасних зварних конструкцій використовують сталі таких видів: мартенівську (марок ВМСтЗпс (сп, кп), низьколеговану марок 15ГС, 14Г2, 10Г2С, 10Г2СД. Сталі марок Ст4 та Ст5 рекомендовано для конструкцій, які не мають зварних з'єднань і зазнають тільки статичні навантаження

До сталі **для мостових конструкцій** ставлять спеціальні вимоги щодо однорідності та дрібнозернистості, відсутності зовнішніх дефектів, міцнісних та деформативних властивостей.

Конструкції виготовляють з прокатних металевих виробів.

Прокатуванням металу під тиском між валками стана виготовляють сортову сталь, прокатну сталь листову, кутики, швелери, двотаври, труби.

Основну масу прокатних сталевих виробів одержують прокатуванням у гарячому стані при температурі 1173...1523К (гаряча прокатка) й невелику частину – у холодному стані (холодна прокатка). На сортаменти сталі є відповідні стандарти найбільш раціональних типів профілів та частоти їх градації.

Сортову сталь: круглу (діаметром 10...210 мм) застосовують для виготовлення арматури, скоб, болтів; квадратну (сторона квадрата 10...100 мм) і

штабову (завтовшки 12...20 мм) - для виготовлення в'язей, хомутів та бугелів.

Сталь листову (завдовжки 4...160 мм) для технологічних конструкцій, кутики (рівнобокі та нерівнобокі) випускають площиною перерізу від 1 до 140см².

Швелери характеризуються перерізом і визначаються їхнім номером, який відповідає висоті стінки швелера у сантиметрах.

Двотаври мають номер відповідно до висоти у сантиметрах. Труби мають діаметр 8...1620 мм. Вони можуть бути круглого, квадратного та прямокутного перерізу.

Важливим напрямом у справі раціонального використання металу у будівництві є застосування гнутих профілів прокату і сталей підвищеної та високої міцності в конструкціях промислових будівель та споруд. Найбільш доцільною конфігурацією профілів є замкнута форма поперечного перерізу.

Гнуті профілі виготовляють методом безперервного профілювання листів, штабів і стрічки на профілевигинальних агрегатах різних типів. Застосування металевих конструкцій з профілів дає змогу економити метал. Такі конструкції стійкі при змінних навантаженнях, надійні за умов низьких температур, мають підвищену корозійну стійкість. Найдоцільніше застосовувати гнуті профілі при будівництві великопрогінних промислових та громадських будинків: складальних цехів, гаражів, виставкових павільйонів, спортивних залів.

Знаходять сфери використання гнуті гофровані профілі, листові з гофрами. Такі профілі застосовують як панелі перекриттів, стінові та покрівельні елементи, настили підлог. Легкість монтажу, демонтажу, багаторазовість складання і транспортування – усе це дає змогу широко впроваджувати їх при створенні споруд цивільного та спеціального призначення.

Питома вага окремих металевих конструкцій у загальному обсязі їх виробництва нині складає, відсотків:

- колони, балки, ригелі, прогони, ферми – до 50;
- резервуари, бункери – до 15;
- спеціальні конструкції споруд металургійної і хімічної промисловостей – до 20;
- огорожуючі конструкції – до 10;
- інші – до 5.

10.2. Підприємства з виготовлення металевих конструкцій

Металеві конструкції виготовляють на спеціалізованих і неспеціалізованих підприємствах. В останньому випадку, як правило, є перевитрати металу внаслідок заміни профілів, яких бракує, профілями більшого перерізу.

Спеціалізовані підприємства з виготовлення металевих конструкцій підрозділяються на підприємства:

- невеликої потужності – виробництво 25-30 тис. тонн виробів в рік;
- середньої потужності – 30-70 тис. тонн в рік;
- великої потужності – більш ніж 70 тис. тонн в рік.

Підвищення обсягів виробництва конструкцій на нових механізованих

підприємствах, їх типізація і стандартизація створюють найбільш сприятливі умови для загальної спеціалізації підприємств. Це дозволяє підвищити рівень заводської готовності конструкцій до 60% і продуктивність праці на підприємствах; знизити собівартість конструкцій у 1.5...2 рази.

На спеціалізованих заводах широке використання отримали автоматизовані і комплексно-механізовані лінії з виготовлення окремих виробів, вузлів і конструкцій із профільного і листового металу. Значне зменшення трудових витрат на спеціалізованих підприємствах досягається за рахунок механізації допоміжних і транспортних операцій.

Для досягнення більшого ступеня заводської готовності конструкцій необхідно підвищувати точність їх виготовлення, створювати автоматизовані лінії з очистки, ґрунтовки, фарбування або оцинкування конструкцій. Передбачається повна комплектація конструкцій необхідними допоміжними виробами.

Підприємства невеликої потужності, як правило, виготовляють окремі конструкції легких каркасів промислових будинків, естакад, опор ЛЕМ. Цехи підготовки металу і фарбувальний в цьому випадку розміщуються у прогонах з поперечним рухом кранів, а цехи обробки, збирання і зварювання конструкцій - в прогонах з повздовжнім рухом кранів паралельно виробничому потоку.

Більшість діючих підприємств невеликої потужності мають у збірно-зварювальних цехах мостові крани вантажопідйомністю 10...15 т, а в фарбувальних і зварювальних цехах - 20 т.

Технологічні схеми таких підприємств передбачають можливість збирання конструкцій на відкритих майданчиках, які обладнують козовими, баштовими, залізничними або автомобільними кранами.

Електрозварювальне обладнання, з метою захисту його від впливу атмосферних опадів, розміщують у невеликих закритих приміщеннях або під наметами.

Підприємства середньої потужності виготовляють різні конструкції каркасів головних цехів металургійних заводів, цехів заводів важкого машинобудування, ТЕС. Усі види цехів основного виробництва таких підприємств розміщують в головному корпусі з поперечними прогонами. Збирально-зварювальні цехи обладнують мостовими кранами вантажопідйомністю 30т.

Підприємства великої потужності виготовляють важкі конструкції доменних цехів, мостів великих прогонів, конструкції багатоповерхових будинків. Збірні цехи таких заводів обладнують мостовими кранами вантажопідйомністю 60 - 100 т.

За ступенем спеціалізації підприємства з виготовлення металевих конструкцій підрозділяють на **універсальні**, які виготовляють різні металічні конструкції для промислових, житлових, цивільних і інших споруд, та **спеціалізовані**, які виготовляють один або декілька видів однорідних конструкцій (опори ЛЕМ, мостових конструкцій тощо).

Існує і внутрішньозаводська спеціалізація, яка здійснюється як за рахунок спеціалізації окремих цехів за видами продукції, що виробляється, так і за технологічними ознаками. Останнє дозволяє, в свою чергу, спеціалізувати робочі місця за видами робіт і організувати потокове виробництво різних виробів і конструкцій. **Підприємства з виготовлення металевих конструкцій бувають з:**

- нетиповим виробництвом, при якому кожний раз виготовляють конструкції різних видів і типорозмірів;
- серійним, при якому одночасно протягом визначеного часу виготовляють конструкції одного типорозміру і виду, а загалом можливий перехід на виготовлення іншої серії конструкцій.

До цехів основного виробництва на заводах з виготовлення металевих конструкцій відносять: підготовки металу, попередньої обробки металу і заготовки окремих виробів, збірний і фарбувальний.

До допоміжних цехів відносять: ремонтно-механічний, ремонтно-будівельний, транспортний, електроремонтний.

Для забезпечення основного виробництва різними видами енергоресурсів та інструментами організують **підсобні цехи:** інструментальний, енергетичний.

Крім зазначених виробничих підрозділів на кожному підприємстві організують склади вихідної сировини і готової продукції, а також різні адміністративні і побутові приміщення.

10.3. Технологічний процес виготовлення металевих конструкцій

Технологічний процес, пов'язаний з виготовленням металевих конструкцій, складається з двох взаємопов'язаних процесів – основного і допоміжного, які, в свою чергу, складаються з низки операцій.

На рис. 10.1 наведена принципова технологічна схема виготовлення сталевих конструкцій (балок, колон) в заводських умовах.

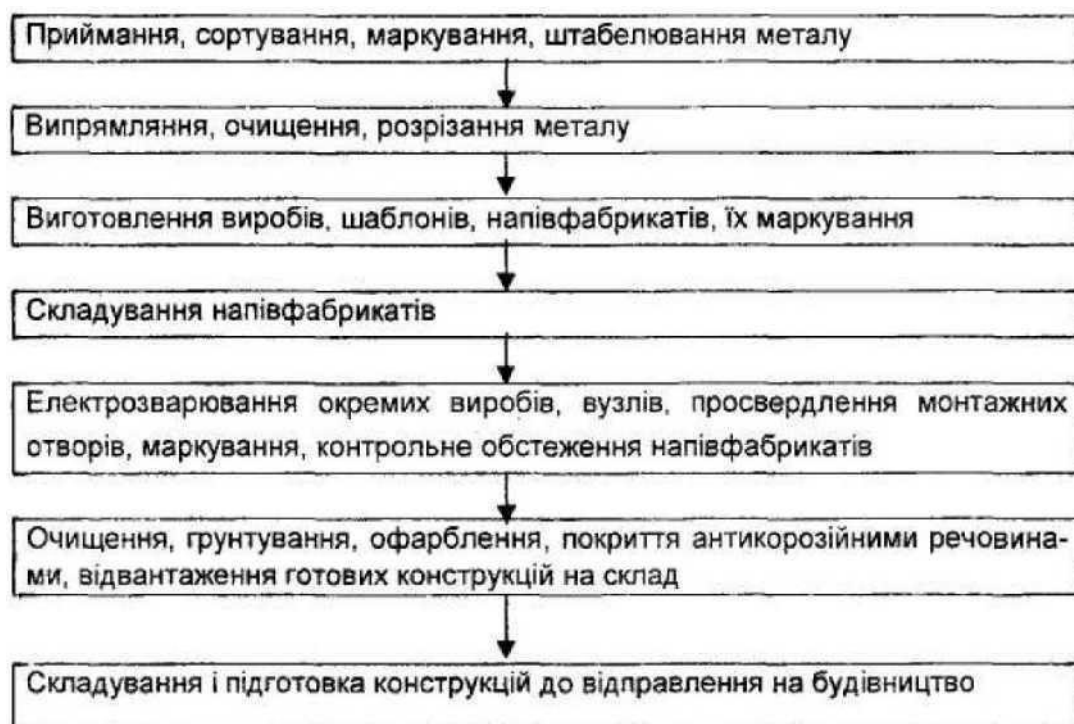


Рис.10.1. Схема виготовлення сталевих конструкцій в заводських умовах

Попередню обробку металу (усунення деформацій, отриманих при його транспортуванні з металургійних підприємств, різку швелерів і балок тощо) виконують у цеху підготовки металу, обладнаного листовипрямляючими вальцями, пресами тощо. Попередній обробці підлягає до 10% металу, що надходить на підприємство. Для повного випрямлення сталевих листів їх перепускають крізь вальці 4-5 разів.

Операції з виготовлення окремих виробів і вузлів конструкцій, а також шаблонів і різних пристосувань виконують у цеху попередньої обробки металу.

Шаблон – це пристосування, яке відображає деталь конструкції у натуральну величину, виготовлене з великою точністю. Процес обробки включає різні операції по перенесенню з шаблону на метал форми і розмірів:

- механічне і кисневе різання заготовок;
- центрування і утворення отворів;
- холодне або гаряче гнуття виробів;
- штампування листової і профільованої сталі;
- фрезерування крайців виробів для фасонного розподілювання;
- випрямлення виробів.

Процес передбачає електрозварювання окремих деталей і вузлів, яке можна здійснювати ручним способом, автоматичним зварюванням під шаром флюсу або напівавтоматичним зварюванням в середовищі газів.

Для виконання зварювальних робіт в цехах організують спеціалізовані дільниці або робочі місця.

У випадку виготовлення клепаних конструкцій клепання виконують пневматичним або електричним способом. Конструкції збирають на спеціальних стелажах, обладнаних кондукторами.

Збиральний цех має окремі дільниці, які спеціалізуються на виготовленні колон, балок, ферм або інших конструкцій. Виготовлені конструкції маркують, потім вони проходять пост технічного контролю, після чого їх направляють у фарбувальний цех, де їх очищують від іржі, грунтують, фарбують або покривають антикорозійним покриттям. Готові вироби надходять на склад, де їх укладають у штабелі.

Трудомісткість окремих операцій при виготовленні зварних металевих конструкцій відносно загальних трудових витрат характеризується такими величинами, відсотки:

- випрямлення сталі - 3...4;
- виготовлення шаблонів і розмічування - 4...5;
- розрізання сталі - 10...12;
- свердлування або проколювання отворів - 2;
- обробка крайків - 2...3;
- випрямлення після розрізання і згинання - 3...4;
- ковальські роботи - 1...2;
- збирання конструкцій - 30...32;
- зварювання - 32...35;
- свердлування монтажних отворів - 2...3;

- ґрунтування і фарбування поверхні конструкцій - 2.

Як видно з наведених даних при виготовленні конструкцій на підприємствах найбільш трудомісткими операціями є розрізання, зварювання і збирання. Тому механізація цих операцій потребує найбільшої уваги.

Розрізання металу при виготовленні конструкцій виконується такими способами:

- механічним – на ножицях і пилах;
- газополуменевим – шляхом спалювання металу у струмені кисню;
- кисневофлюсовим.

Механічне розрізання може бути розділене на два основних види: сколювання металу по лінії розрізання внаслідок утворення напруження, які перебільшують межу міцності; вилучення металу з лінії розрізання у вигляді стружки або тирси. Для механічного розрізання металу методом сколювання застосовують гільйотинні ножиці і прес-ножиці, які забезпечують добру швидкість розрізання при високій якості окрайків.

На гільйотинних ножицях розрізають листову сталь. Залежно від товщини листів (до 6, 10, 16 і 20 мм) гільйотинні ножиці поділяють на 4 групи. Листи товщиною більше ніж 20 мм розрізають газополуменевим способом.

Різновид механічного способу розрізання – розрізання з вилученням металу по лінії розрізання у вигляді стружки або тирси використовують тільки при розрізанні профільного металу. Таке розрізання здійснюють трьома способами: дисковими пилами, ножівками, пилами тертя.

Газополуменеве кисневе розрізання засноване на здатності сталі, нагрітої до температури розплавлення, інтенсивно горіти у струмені чистого кисню. Щоб розрізати метал його спочатку нагрівають тільки на вузькому проміжку, який розташований на початку лінії розрізання. Потім на нагріте місце спрямовують струмінь ріжучого кисню, одночасно переміщуючи полум'я далі по лінії розрізання.

Метал згорає у струмені чистого кисню по всій товщині, утворюючи у листі тільки вузьку щілину. При згоранні металу утворюються рідкі розплавлені шлаки, які вилучають з місць розрізання струменем кисню. Кількість тепла, яка виділяється при згоранні металу у 6...8 разів перевищує кількість тепла від згорання газу. Це дозволяє використовувати для розрізання різні види газів: ацетилен, природний газ, водень.

Звичайним кисневим різанням неможливо розрізати нержавіючі і термостійкі сталі, тому що вони містять велику кількість хрому і нікелю. Це пов'язано з тим, що кисневі сполуки хрому дуже тугоплавкі. Киснем також неможливо розрізати мідь, алюміній, чавун, тому що температура їх плавлення нижча, ніж температура їх горіння.

Розрізняють два **типи кисневого розрізання**: ручне і машинне.

Ручне виконують різакон УР (універсальний різак). Він має мундштук кільцевого типу, який дає підігріваче полум'я у вигляді кільця, в середину якого подають ріжучий струмінь кисню.

Ручне розрізання не забезпечує високої якості розрізу, тому що у цьому випадку можуть бути відхилення лінії розрізу від необхідної, неякісна поверхня розрізу тощо. Тому на підприємствах з виготовлення металевих конструкцій для

розрізання листів використовують спеціальні установки і вручну розрізають лише метал важкого профілю з застосуванням необхідних пристосувань і шаблонів.

Спосіб киснево-флюсового розрізання полягає у тому, що в струмінь кисню за допомогою спеціальної апаратури безперервно вводять порошкоподібний флюс. При згоранні цього флюсу виділяється додаткове тепло, яке підвищує температуру у місці розрізання металу. Внаслідок цього тугоплавкі оксиди металу залишаються у рідкому стані. Вони змішуються з продуктами згорання флюсу, утворюють рідкі шлаки, які відносно легко витікають із розрізу. Як флюс використовують дрібну залізну тирсу з зернами розміром 0.1...0.2 мм.

Повітродугове розрізання засноване на вилученні струменем повітря рідкого металу, який безперервно виплавляється по лінії розрізання електричною дугою. Таке розрізання використовують для вуглецевих, легованих і спеціальних сталей, алюмінія, міді й інших металів і сплавів. При розрізанні цим способом отримують рівний розріз з чистою поверхнею, яка не потребує обробки крайків перед зварюванням.

Після механічного і кисневого розрізання крайки оброблюють струганням, фрезеруванням, рубанням. Для цього застосовують спеціальні крайко-стругальні станки, пневматичні зубила тощо.

Згинання металу при виготовленні металевих конструкцій здійснюють у гарячому і холодному стані. При відносно великих радіусах кривизни вальцювання і згинання листової і профільної сталі здійснюють у холодному стані. При відносно малих радіусах кривизни і невеликих кутах загину застосовують гаряче згинання і кування.

При холодному згинанні сталі радіус кривизни, для того щоб вона не втрачала своїх пластичних властивостей, залежить від сортаменту сталі і повинен не менше як у 25 разів перевищувати товщину листів; у 45 разів - висоту швелерів; у 25 разів - висоту двотаврових балок.

При виготовленні металевих конструкцій **можуть виконувати такі види згинання і вальцювання** листової сталі для утворення циліндричних або конічних поверхонь: кільцеве згинання профільної сталі; зміна профілю сталі у поперечному напрямку, зменшення товщини крайків листової сталі; гаряче згинання.

Для вирубування дрібних деталей з кутиків або листів застосовують ексцентрикові преси потужністю від 60 до 600т. Для вигинання і кування у гарячому стані сталевий виріб рівномірно нагрівають до температури 1273...1373 К і обробляють за допомогою пневматичного молота. Вигинання і кування виконують при температурі не нижче 953...973 К, тому що при подальшому зниженні температури значно зменшуються пластичні властивості сталі.

Отвори в сталевих елементах утворюють продавлюванням або свердлінням. Для продавлювання застосовують кривошипні отворопробивні преси, на яких за допомогою пуансона і матриці утворюють отвори. Продуктивність отворопробивних пресів значно перебільшує продуктивність свердлильних станків. Однак продавлювання не забезпечує достатньої точності у діаметрі отворів, як при свердлуванні.

Свердління отворів з найбільшим діаметром 100 мм здійснюють на радіально-свердлильних станках. Деталі на свердління подають по рольгангу або на спеціальних вагонетках. Отвори діаметром 10...12мм при невеликих

габаритах деталей свердлять на вертикально-свердлильних станках.

Електродрилі застосовують при свердлінні отворів в конструкціях на місцях їх монтажу.

Складання металевих конструкцій є підготовчою операцією перед зварюванням, тому що взаємне розташування елементів, які складають, визначається умовами їх зварювання, крім того фіксація положення цих елементів, у більшості випадків, виконується за допомогою зварювання в окремих точках. Якість виготовлених металевих конструкцій значною мірою залежить від трьох операцій: заготовлення деталей, їх складання і зварювання.

Механізація операції складання конструкцій в умовах підприємств виробничої бази будівництва досягається за рахунок використання сучасних підймальних засобів, спеціальних пристосувань і механізмів.

Завданням складання металевих конструкцій є закріплення окремих елементів у проектному положенні, тобто в такому положенні, в якому вони повинні знаходитись у готовому вузлі або споруді.

Складання ґратчастих конструкцій виконують на спеціальних стелажах, а при масовому виготовленні одного і того ж елемента - у спеціальних кондукторах. Найбільш вигідним положенням для виконання зварювання під час складання є таке, коли шов, що зварюється, знаходиться у нижньому положенні.

З метою скорочення тривалості і полегшення операції зварювання застосовують стенди, маніпулятори, кантувачі.

Кантувач улаштований так, що елемент, який закріплений на планшайбі, може повертатись на будь-якій площині за рахунок складної системи редукторів, яким надають рух електродвигуни. Завдяки цьому зварювання можна робити повсякчасно у нижньому положенні, а також застосовувати механізовані види зварювання.

При виготовленні сталевих конструкцій застосовують **три види електрозварювання**: ручне електродугове; напівавтоматичне і автоматичне під шаром флюсу, у середовищі захисного газу.

Відповідно до положення зварних швів розрізняють зварювання:

- у нижньому,
- у вертикальному,
- у горизонтальному,
- у верхньому положенні.

Найбільшої продуктивності досягають при зварюванні у нижньому положенні, коли розплавлений метал не витікає, шлаки і гази легко виділяються зі шва і спливають на поверхню, сам шов має більш високу якість. Тому намагаються виконувати зварювання у нижньому положенні, використовуючи різні кантувачі, маніпулятори, підймальні засоби.

Зварювання у верхньому положенні є найбільш трудомістким тому, що розплавлений метал витікає. Таке зварювання виконують електродами діаметром не більше 4 мм, на короткій дузі і зменшеній силі струму. Це значно знижує продуктивність праці.

Металоконструкції, які виготовляють з маловуглецевої сталі, зварюють електродами типів Е-42 і Е-42А та іншими. Тип електрода характеризує тільки межу міцності шва при розтягу, але не визначає режим роботи електрода і галузі його застосування. Вибір електродів для виконання тієї або іншої роботи здійснюють відповідно до марки електрода з урахуванням складу його обмазки.

Таблиця 10.3.

Галузь застосування електродів

Тип електрода	Марка обмазки	Галузь застосування	Вид струму	Положення при зварюванні
E-42	ЦМ-7	Зварювання металоконструкцій, посудин, які працюють під тиском з маловуглецевої сталі	будь-який	в нижньому
E-42	СМ-5	Зварювання металоконструкцій з маловуглецевої сталі	будь-який	в будь-якому
E-42	ОММ-5	Зварювання металоконструкцій, посудин, паропроводів, технологічних трубопроводів з маловуглецевої сталі, які працюють під тиском		
E-42A	СМ-11	Зварювання відповідальних металоконструкцій: паропроводів, газопроводів, апаратів з низьколегованих або маловуглецевих сталей		
E-42A	УОНИ 13/45	Теж саме	постійний	
E-42A	УОНИ 13/45	Зварювання особливо відповідальних конструкцій, які працюють при динамічному навантаженні з низьколегованих сталей	постійний	в будь-якому

Для зварювання високовуглецевих і леггованих сталей використовують електроди зі спеціальною обмазкою залежно від марки і складу зварюваної сталі. Зварювання нержавіючих сталей здійснюється за спеціальними технологіями з використанням електродів, які мають осердя, виготовлене зі сталі, близької за складом до сталі, що зварюється.

Для зварювання технологічних металоконструкцій застосовують швидкісні методи зварювання з глибоким проплавленням зануреною дугою. Це забезпечує зменшення об'єму наплавленого металу на одиницю довжини шва за рахунок розплавлення металу виробу і зменшує переріз шва при зберіганні потрібної міцності.

Розподіл зварювання на напівавтоматичне і автоматичне залежить від

способу пересування зварювальної головки.

При напіваавтоматичному зварюванні механізовано тільки подавання електродного дроту, а зварювальну головку переміщують вручну. У деяких випадках зварювальна головка закріплюється нерухомо, а пересувається виріб зі швидкістю, яка відповідає швидкості зварювання.

При автоматичному зварюванні механізовано операції як подавання зварювального дроту, так і переміщення зварювальної головки. При виготовленні гратчастих конструкцій, головним чином, використовують напіваавтоматичне зварювання, тому що зварювальні шви у гратчастих конструкціях короткі і застосування самохідної зварювальної головки недоцільне.

За допомогою автоматів зварюють більшість циліндричних апаратів, газопроводи. Шви з незначною довжиною, переривчасті шви зварюють шланговими напіваавтоматами марок ПШ.

При роботі напіваавтоматом вручну зварювальник на початку зварювання повинен здійснювати рівномірні переміщення тримача по осі швів. Зварювальний дріт повинен виступати з мундштука тримача на 15...25 мм, що досягається спіранням насадки тримача на зварювальний виріб.

При зварюванні у середовищі захисних газів при електродуговому зварюванні використовують вуглекислий газ і аргон. У середовищі вуглекислого газу зварюють вуглецеві сталі, аргону - леговані сталі. Для зварювання у середовищі вуглекислого газу застосовують апаратуру, яка дозволяє механізувати подавання зварювального дроту до зварювальної головки, куди підводять вуглекислий газ і електричний струм. Зварювання ведуть на постійному струмі і зворотній полярності.

Листові конструкції товщиною до 3 мм зварюють з використанням тільки електродів. При більшій товщині при зварюванні необхідно використовувати додатково і дріт, який виготовлений з такого ж металу, що і зварюваний виріб.

Зварювальні шви, що виконані автоматичним дуговим зварюванням у середовищі аргону щільні і чисті, мають високі механічні властивості і стійкість до корозії.

Для виробництва металевих конструкцій на сучасних великих підприємствах розповсюджені лінії з обробки окремих деталей, які можуть виконати як кілька операцій, так і весь їх комплекс, що пов'язані з виготовленням групи виробів однакових або близьких з конструктивними і технологічними ознаками. Технологічний процес обробки виробів на потокових лініях передбачає максимальне скорочення транспортних і такелажних операцій. Для здійснення цього лінії обладнують повздовжніми рольгангами, поперечними транспортерами, що забезпечує переміщення оброблюваних виробів від одного станка до іншого в заданих послідовності і ритмі. При виготовленні деталей із сортового прокату на потокових лініях трудомісткість робіт за основних операцій зменшується на 50...60%, із листового прокату - 40...50 %, великорозмірних конструкцій (балок, ферм, колон тощо) на 30...40 %. При цьому значно поліпшуються умови праці робітників і підвищується якість виготовлених конструкцій.

Запитання до лекції 10

1. Назвіть порядок виконання операцій виготовлення металевих конструкцій.
2. Наведіть технологічну схему виготовлення сталевих конструкцій для промислових будівель у заводських умовах.
3. Які операції включає процес обробки металевих виробів?
4. Як групуються технологічні операції з обробки окремих виробів залежно від профілю прокату?
5. Які операції здійснюють на потокових лініях з виробництва металевих конструкцій?
6. Які види зварювання використовують при виготовленні сталевих

конструкцій?

7. Як захищають металеві конструкції від корозії?

Лекція 11. Виробництво виробів і конструкцій з деревини.

План лекції

- 11.1. Типи деревообробних підприємств
- 11.2. Виробництво виробів з деревини
- 11.3. Полімермодифікована та термомодифікована деревина.
- 11.4. Конструкційні матеріали та вироби з деревини.
- 11.5. Вироби з деревини для облицювання стін та стелі.
- 11.6. Виробництво клеєних дерев'яних конструкцій.
- 11.7. Виробництво ДВП і ДСП.

11.1. Типи деревообробних підприємств

Деревообробні підприємства за кінцевою продукцією поділяють на дві групи:

– виробництва з первинного оброблення деревини, для яких сировиною є продукція лісозаготівельних підприємств (хлисти, колоди, кряжі), а продукцією – напівфабрикати (пиломатеріали, заготовки, фанера, стружкові плити (СП), волокнисті плити (ВП) та ін.;

– виробництва з вторинного перероблення деревини, для яких сировиною є напівфабрикати – продукція підприємств первинного перероблення, а продукцією – готові вироби (столярні та меблеві вироби).

За видом перероблюваної сировини та продукції, яку деревообробні підприємства виготовляють їх поділяють на:

- лісопиляльні;
- клеєних матеріалів і плит;
- виробів з деревини;
- спеціальні виробництва.

За обсягом продукції, що випускають підприємства з випуску виробів з деревини ділять на:

- індивідуальні – виготовляють широку номенклатуру виробів, яка через певні проміжки часу повторюється або зовсім не повторюється;
- серійні – виготовляють широку номенклатуру виробів серіями (партиями), які повторюються через певні проміжки часу;
- масові – спеціалізуються на виготовленні невеликої номенклатури виробів у великих кількостях.

Деревообробне підприємство включає такі підрозділи:

склад сировини; лісопильний цех; відділення розкрійне, сушильне, антисептування, машинозаготівельне, складальне, обробно-комплектувальне; склад готової продукції.

Устаткування, необхідне при виробництві пиломатеріалів: стаціонарні й пересувні крани, автонавантажувачі з виделковими заважками, лісопильні рами, круглопильні верстати, дробарки та ін.

Столярні вироби (віконні і дверні блоки, паркетні дошки і щити, підвіконні дошки й ін.) виготовляють у деревообробних цехах, обладнаних автоматичними і напівавтоматичними лініями. До складу ліній входять деревообробні верстати

серійного виробництва, нетипове транспортно- передатне устаткування і саморобне оснащення, улаштовані відповідно до технологічної послідовності обробки деталей.

11.2. Виробництво виробів з деревини

Деревина - будівельний матеріал рослинного походження, який широко застосовують у будівництві завдяки високим будівельно-технологічним властивостям: значній міцності при розтягу та стиску, невеликій густині, низькій теплопровідності, корозійній стійкості у деяких агресивних середовищах, технологічності при обробці.

Деревина є екологічним матеріалом, який позитивно впливає на мікроклімат у приміщенні та створює умови, сприятливі для імунної системи людини.

Дерево складається з коріння, стовбура та крони. Стовбур - основна частина дерева, з якого одержують 60...90% деревини. Верхня частина стовбура - вершина, нижня — окоренок.

Дереvinу можна вважати природним органічним композиційним матеріалом, в якому матриця представлена просторовою сіткою з лігніну, а армувальний компонент-волоknами у вигляді целюлози. Характер структури деревини, в тому числі її кори, визначає експлуатаційні властивості та довговічність отриманих матеріалів і виробів.

У макроструктурі деревини розрізняють кору, камбій, заболонь, ядро, стрижень, стрижневі промені та річні шари, які помітні на поперечному розрізі стовбура.

Достатньо повне уявлення про макроскопічну структуру деревини можна отримати при вивченні стовбура деревини за трьома напрямками: торцевий, або поперечний перпендикулярний до осі стовбура, радіальний - уздовж стовбура і такий, що проходить через стрижень, тангенціальний-паралельний осі стовбура.

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ

Деревина як будівельний матеріал характеризується неоднорідністю будови та анізотропією властивостей, а також має достатню *гігроскопічність, займистість, здатність до гниття*. Ці недоліки можна подолати технічними заходами. Виготовлення клеєних дерев'яних конструкцій зменшує або повністю усуває усушення й короблення деревини, підвищує гниlostійкість і зменшує займистість.

Вологість значною мірою зумовлює якість деревини. Вологість деревини, що дорівнює 12%, умовно вважається стандартною. За європейськими нормами стандартною є вологість, що дорівнює 6.8 %.

Усушення, розбухання, короблення деревини відбуваються зі зміною вологості. При висушуванні деревини до межі гігроскопічної вологості її лінійні розміри не змінюються.

Поліпшення властивостей деревини досягається *просочуванням її полімерами*. При цьому гігроскопічність і водопоглинання значно зменшуються; така деревина не коробиться, не гниє, легко полірується, має гарний зовнішній вигляд.

У сучасному будівництві деревину використовують для зведення всіх типів

будинків; вона широко застосовується в дизайні архітектурного середовища, особливо для оформлення інтер'єру.

До фізичних властивостей деревини відносять істинну й середню густину, вологість, усихання, розбухання, короблення, теплопровідність, пористість та інші.

Теплопровідність деревини залежить від її породи, напрямку волокон та вологості. Так, наприклад, при вологості 15% теплопровідність дуба уздовж волокон дорівнює 0,45 Вт/(м·К), сосни – 0,35 Вт/(м·К), впоперек волокон відповідно 0,22 і 0,17 Вт/(м·К).

До фізико-механічних властивостей деревини відносять: міцність при стиску і розтягу, при згині та сколюванні, статичну твердість, пружність.

Міцність деревини залежить від породи, середньої густини, вологості, наявності вад тощо. Міцність деревини при стиску уздовж волокон у 4...6 разів більша за її міцність впоперек волокон. Міцність при розтягу деревини вздовж волокон у 2,3 рази більша за міцність при стиску й у 20...30 разів вища за міцність при розтягу впоперек волокон. Для окремих порід границя міцності при розтягу досягає 100...200 МПа. Міцність при статичному згині деревини становить для різних порід 50...100 МПа. Міцність при сколюванні деревини вздовж волокон становить 3...13 МПа, а міцність при сколюванні впоперек волокон у 3...4 рази вища за міцність при сколюванні вздовж волокон.

За твердістю по торцю деревину поділяють на три групи: м'яка з твердістю 35...50 МПа (сосна, ялина, ялиця, вільха); тверда - 50...100 МПа (дуб, граб, ясен, клен, каштан, береза); дуже тверда-понад 100 МПа (самшит, кизил).

Декоративність деревини визначається її кольором, блиском і текстурою.

Колір деревини залежить від наявності дубильних, смолистих і фарбувальних речовин у клітинах; кліматичних умов; віку дерева; ураження деревини різними видами грибків тощо.

Колірні відтінки порід деревини можна класифікувати за основними групами, де переважаючим буде один колір деревини: жовтий (береза, ялина, липа, осика, клен, ясен, барбарис, шовковиця, карельська береза); бурий (кедр, тополя, бук, модрина, вільха, каштан, горобина, груша, слива, акація); коричневий (черешня, яблуня, абрикос); червоний (тис, червоне дерево); рожевий (вишня, чинара); чорний (морений дуб); зеленуватий (хурма, фісташка).

Екзотичні породи відрізняються яскравими насиченими кольорами: яскраво-жовтий і жовто-помаранчові кольори має лимонне дерево, пурпурно-коричневий, рожевий – червоне дерево, палево-жовтий з шовковистим блиском — атласне дерево.

Блиск - властивість деревини відбивати світловий потік. Блиск є характерним для бука, клена, чинари, білої акації; матовий (сатиновий) блиск мають тополя, липа, осика, тик; шовковистий – верба, в'яз, ясен, черемха; золотистий - черешня; сріблястий – сибірський кедр; муаровий - береза, сірий - клен, вишня. Блиск істотно впливає на декоративні властивості деревини і його враховують при складанні мозаїчних виробів.

Текстура залежить від структури деревини, а саме розташування річних кілець і променів на зрізі (радіальному, тангенціальному, торцевому). Текстура особливо проявляється на обробленій поверхні і може бути підкреслена відповідним оздобленням.

Структура деревини залежить від будови самого стовбуру та його мікроструктури; переплетення, форми і розташування серцевинних променів та річних кілець впливають на текстуру деревини. Чим менше рівномірно розташовані волокна, чим більше та виразніше промені, тим яскравіше текстура. Бук, платан, клен, ільм, горіх, груша мають красиву текстуру в радіальному розрізі, граб - у поперечному, кедр-у тангенціальному, дуб, ясен – у всіх розрізах.

Вади деревини - недоліки окремих її ділянок, які знижують якість і обмежують можливості використання. Вади деревини можуть бути пов'язані з відхиленнями від нормальної будови, пошкодженнями та захворюваннями в період росту дерева або його зберігання та експлуатації.

Їх поділяють на такі групи: тріщини, сучки, хімічні забарвлення, пошкодження комахами, грибами, трухлявини, дефекти форми стовбура, вади будови деревини, рани, ненормальні відкладення у середині деревини.

Вади будови деревини включають *нахил волокон, завиткуватість, завиток, крен, засмолок, сухобокість*. До групи вад форми стовбура належать збіжистість, закомелистість, овальність, нарости та кривизна.

Структури стінок клітин без зміни їхнього хімічного складу просочування деревини гаручими рослинними оліями (шляхом створення надлишкового тиску та вакууму) або меламіновими смолами, що блокують хімічну взаємодію між клітинами деревини та водою; ацетилювання - хімічний процес, в результаті якого відбувається заміщення гідроксильних груп у деревині.

11.3. Полімермодифікована та термомодифікована деревина

Полімермодифікована деревина - композиційний матеріал, який отримують об'ємним просоченням малоцінних порід деревини (вільха, тополя, осика, береза) рідкими мономерами або олігомерами з подальшою полімеризацією під впливом зовнішнього джерела енергії.

Для модифікації застосовують **полімери**: фенолформальдегідні, резорцин-формальдегідні, сечовино-формальдегідні, кремнійорганічні, фуранові, ненасичені полієфіри, поліакрили та мономери: стирол, метилметакрилат, акрилонітрил.

Спеціально розроблені барвники та добавки, які вводять до складу мономеру, дозволяють отримувати імітацію деревини різних кольорів і відтінків: червоно-коричневий (сандал, палісандр), темно-коричневий (горіх), мідно-червоний (червоне дерево), чорний (морений дуб).

Полімермодифіковану деревину використовують для виготовлення високоякісного паркету, віконних рам, дверних блоків; меблів та обладнання для офісів; корабельного оснащення та оздоблення яхт, обладнання лазень, спортивних залів; реставрації архітектурних пам'яток і предметів старовини, крім того при отриманні облицювальних панелей; елементів будівельних конструкцій; конструкцій для сільськогосподарських та хімічних виробництв; виробів, що працюють у суворих кліматичних умовах і агресивних середовищах.

Термомодифіковану деревину отримують за спеціальною технологією термічної обробки таких порід, як береза, бук, дуб, ялина, липа, сосна.

Відомі **чотири способи термічної обробки деревини**: одностадійна обробка водяною парою за температури 185..230° С (вміст кисню у повітрі до

3,5%); багатостадійна обробка насиченою парою або водою (процес варіння) за температури 150-200° С; обробка у гарячій олії та нагрівання до температури 180...220° С; обробка у середовищі інертних газів (замість водяної пари або олії деревину обробляють у середовищі азоту з вмістом кисню до 2% при підвищеному тиску).

Відмінною рисою всіх вищенаведених способів є кінцеве поступове охолодження та насичення матеріалу водою до вологості, при якій здійснюється експлуатація матеріалу.

Термомодифікована деревина є відносно екологічно чистим матеріалом і має порівняно зі звичайною деревиною низьку вологість (3...5%), стійкість до гниття, стабільність розмірів при експлуатації незалежно від температури і вологості, можливість використання дешевих сортів деревини для імітації екзотичних порід і зістареної деревини; можливість фарбування деревини у кольори від світло-жовтого до чорного незалежно від породи деревини.

Такий вид деревини використовують при будівництві і облицюванні будинків виготовленні меблів, для оздоблення саун, бань, басейнів, ванних кімнат, причалів та інших об'єктів, які мають контакт з водою, для влаштування підлог (паркет, паркетна дошка, фриз, дошка для підлог), в тому числі теплих, для виготовлення дверей, рам для вікон, конструкційних елементів, де необхідна стабільність геометрії виробів, а також при проведенні реставраційних робіт.

Незважаючи на певні конструкційні переваги кам'яних та бетонних матеріалів в обробці поверхні землі, застосування деревини у вигляді горизонтальних і вертикальних конструкційних елементів має певні художньо-образні переваги в організації ландшафтного дизайну.

Такі види деревини, як дуб, граб, бук можуть тривалий час використовуватись як несучі елементи конструкцій, що стійкі до впливів атмосфери і води. Деревина не отримала широкого використання в організації ландшафтних композицій, але існує її вибіркове застосування у модифікованому вигляді в певних елементах облаштування.



Рис.11.1. Влаштування рутарію в ландшафтному дизайні



Рис. 11.2. Дерев'яні вуличні скульптури

11.4. Конструкційні матеріали та вироби з деревини

Дерев'яні котеджі отримали значне поширення завдяки таким перевагам, як міцність, легкість (за рахунок відсутності масивного фундаменту), високі теплоізоляційні властивості та паропроникність, що забезпечує комфортне самопочуття людини.

Дерев'яні будинки відповідно до особливостей конструкції, способів зведення стін і матеріалів, що використовуються, можна поділити на кілька основних типів: каркасні будинки, які виготовляють за різними технологіями, в тому числі канадською, фінською; будинки зі звичайного бруса; збірні будинки заводського виготовлення, які випускають брусовими, каркасно-щитовими та каркасно-обшивними одно- і двоповерховими; будинки з оциліндрованих колод. Зведення будинків ручної рубки з оциліндрованих колод в наш час майже відсутнє, оскільки відрізняється значною трудомісткістю та тривалістю.

При зведенні каркасно-щитових будинків (канадські будинки) заповнення каркаса здійснюється фібролітовими або деревно-волокнистими плитами. *При спорудженні каркасно-обшивного будинку* каркас збирається з брусів (вертикальних стійок, нижньої та верхньої обв'язки). Зовнішні та внутрішні стіни

дерев'яних будинків облицьовують під натуральну деревину, обшивають обрізними дошками, сайдингом, ДСП, ОСП.

На думку архітекторів деревина – найбільш мобільний матеріал, дивна комбінаторіка якого дозволяє використовувати його у всіх стилях, а новітні технології обробки - у всіх приміщеннях будинку та квартири.

Головна його перевага - естетична привабливість і різноманіття фактур.

Крім того, дерево відмінно поєднується з іншими матеріалами, що дозволяє експериментувати з комбінаціями. Камінь, метал, скло, пластик гармонійно виглядають поряд з дерев'яними фактурами.

Різнманіття дерев'яних поверхонь змінюється від важких масивів до прозорих прооліфлених шпонів. Гнуті, фігурні, прямолінійні, різьблені, ажурні, гладенькі і зістарені сучасне дизайнерське різноманіття, здатне пропонувати будь-який варіант поверхні залежно від творчого задуму.

Колір, текстура, міцність та гнучкість, якість звуку різних порід деревини – основні показники, на які звертають увагу художники, архітектори, дизайнерів.

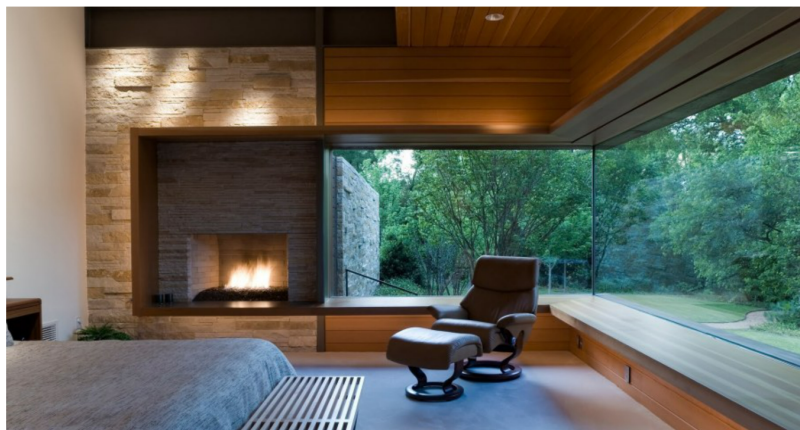


Рис. 11.2. Хай-тек із деревом в інтер'єрі



Рис. 11.3 (а). Дерево в сучасному інтер'єрі



Рис. 11.4 (б). Дерево в сучасному інтер'єрі

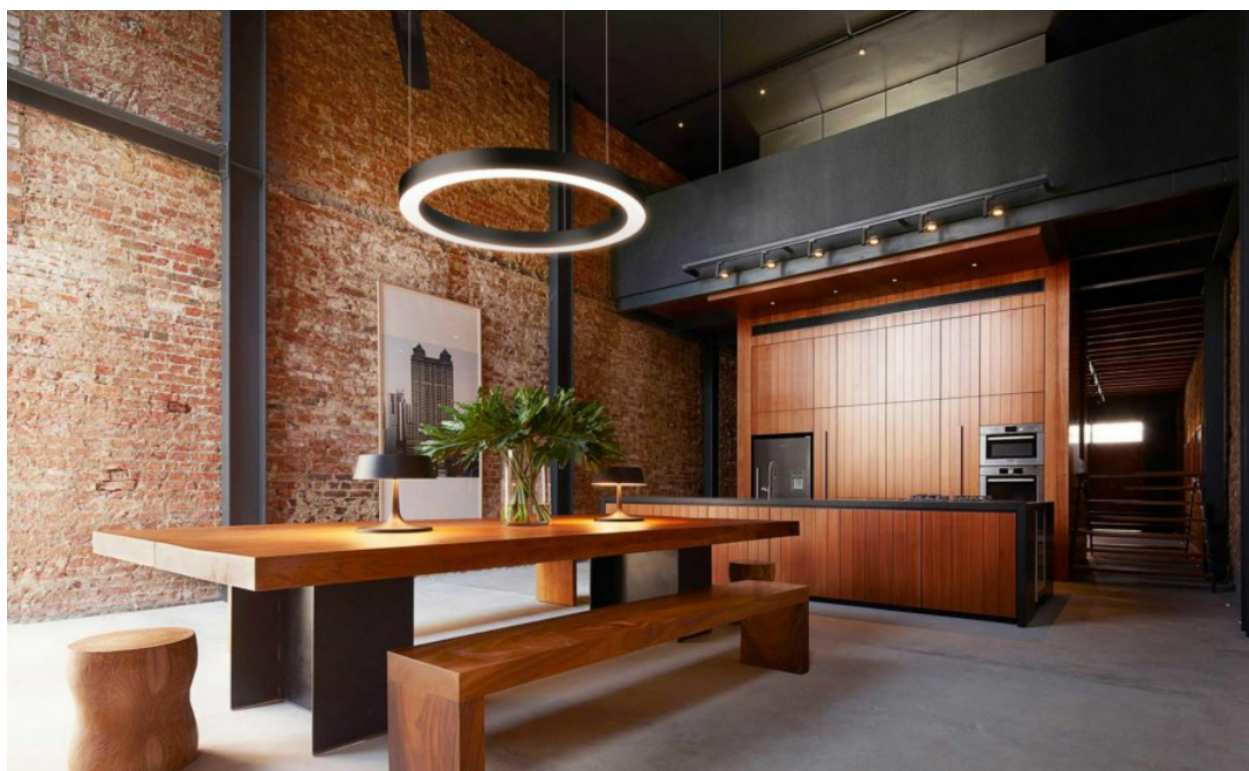


Рис. 11.5. Мебель лофт у сучасному інтер'єрі

11.5. Вироби з деревини для облицювання стін та стелі

Фанера (звичайна та з покращеними експлуатаційними властивостями),

стілниковий матеріал «Дендралайт», пробкові (коркові) покриття для стін (пробкові панелі, пробкові шпалери, технічна пробка, пробкові рулонні матеріали, пробкове напilenня), 3D-стінові панелі, деревношаруваті пластики, деревноволокнисті плити, декоративний паперово-шаруватий пластик, плити високої щільності, плити середньої щільності, плити низької щільності, деревностружкові плити, орієнтовано-стружкові плити, цементно-стружкові плити, арболітові плити.

Для створення конструкцій складних форм та виконання облицювальних робіт застосовують **фанеру** як звичайну, так і з покращеними експлуатаційними властивостями.

Залежно від водостійкості застосованого клею розрізняють **фанеру підвищеної, середньої та обмеженої водостійкості**.

Декоративну фанеру отримують з наступним склеюванням листів шпону облицюванням плівковими покриттями, виготовленими на основі синтетичних смол у сполученні з декоративним папером або без нього під час гарячого пресування.



Рис. 11.6. Фанера в дитячих кімнатах



Рис. 11.7. Сучасні меблі із фанери панелей

Коркове покриття все частіше використовується для оформлення стін в квартирах, будинках, офісах. Сировиною для його виготовлення є кора коркового дуба, подрібнена і оброблена без застосування хімічних речовин. Унікальні властивості, якими наділила її природа, зберігаються і в настінному покритті.

Переваги використання коркового покриття на стінах

Крім найголовніших властивостей – екологічності та безпеки для здоров'я людини, такий вид матеріалу має наступні позитивні якості:

- довговічність – термін експлуатації, в залежності від виду покриття може складати до десяти років і більше;
- антистатичність – не притягає до себе пил, бруд, не електризується;
- пожежобезпечність – при впливі на покриття не загорається, а тліє, не виділяючи токсичних речовин в повітря;
- стійкість по відношенню до цвілі – пробка на стіну не є проникаючою для газів, рідин, тому не придатна для життя різних мікроорганізмів;
- пружність – покриття здатне відновлювати свою первинну форму після тиску на неї;
- стійкість до механічних пошкоджень і дії прямих сонячних променів (збільшується ще більше при обробці спеціальним клейовим складом);
- теплоізоляцією – допомагає зберегти сприятливий клімат і спекотним літом, і в морозну зиму;
- шумоізоляцією – здатна приглушати гучні звуки;
- легкістю і універсальністю – пробкові панелі підійдуть і для самих тонких стін;
- простотою монтажу – здійснюється за допомогою звичайних інструментів і не вимагає спеціальної підготовки;
- декоративністю – різноманіттям кольорових відтінків і текстур.



Рис. 11.8. Використання настінного корка в кухні



Рис. 11.9. Використання настінного корка в дитячій кімнаті

11.6. Виробництво клеєних дерев'яних конструкцій

Клеєні дерев'яні конструкції бувають двох видів: несучі та огорожувальні.
 До *несучих конструкцій* масового виробництва відносяться балки, рами, арки і ферми
Огорожувальні конструкції представляють собою дерев'яний каркас і

приклеєні до нього обшивку з фанери.

Для виготовлення дерев'яних клеєних конструкцій) рекомендується в основному використовувати пиломатеріали / хвойних порід (сосна, ялина), з переважною постачанням їх в розсортованому вигляді.

Для комбінованих конструкцій слід застосовувати березовий водостійку фанеру товщиною не менше 8 мм.

Процес виробництва клеєних дерев'яних конструкцій

1. Сортування пиломатеріалу;
2. Торцьове вирізання дефектів;
3. Створення шипів для поздовжнього зчеплення на торцях дошок;
4. Нанесення на дошки двокомпонентного клею D4;
5. Калібрування і запресовка на пневматичному пресі аід тиском 1,5..10 Мпа;
6. Розрізання зклеєних по довжині дошок на задану довжину на торцювальних верстатах;
7. Витримування в умовах цеху на 10..12 год для завершення твердіння клею;
8. Фрезерування бічних поверхонь , свердлування отворів під болти і деталі з'єднання.

11.7. Виробництво ДВП і ДСП

Використання ДВП і ДСП:

- у будівельних конструкціях;
- в якості задньої стінки корпусних меблів;
- як нижні полиці диванів, висувні ящики, спинки ліжок, перегородки;
- виробництво різної тари, ящиків;
- для виготовлення корпусів акустичних систем;
- як основа для картин олійного живопису.

Сировина для ДВП і ДСП.

Сировиною для ДСП слугують тирса, відходи лісопереробки і лісозаготівель. У хід йдуть гнилі або сухий хмиз, низькоякісна деревина, з якої просто неприпустимо виготовляти меблі.

Для виробництва ДВП використовують деревинне волокно, гідрофобізатори: парафін, каніфоль (підвищує вологостійкість), синтетичні смоли, антипірени , антисептики.

Процес виробництва ДСП включає:

1. Підготовку сировини (гідротермальну обробку при тиску або проварювання у воді деревини).
2. Ножове подрібнення деревини в стружку на рубальних машинах і стругальних верстатах;
3. Розподіл подрібненої деревини на фракції з наступним її сушінням до вологості не більше 7%. Стружка повинна мати довжину від 10 до 40мм, товщину 0,2..1мм;
4. Змішування стружки зі смолою і гідрофобізуючими добавками,

пігментами і антисептиками в змішувачах періодичної і безперервної дії;

5. Формування плит у формах чи без них;

6. Гаряче пресування на пресах на гідравлічних (для тришарових плит) і гусеничних пресах (для одношарових плит), на пресах видавлювання (для екструзійних плит) при температурі 180 градусів та тиску 2,5-3,5 МПа;

7. Охолодження плит та вирівнювання їх вологості;

8. Обрізання плит на форматно-обрізних верстатах.

Процес виробництва ДВП

1. Підготовка сировини (помел і обробка трісок) сухим (для твердих і надтвердих ДВП) і мокрим способом (для всіх видів ДВП).

Приготування трісок – обдирання кори, розпилювання товстих чурок, розколювання, одержання трісок, фракціонування на сортувальних машинах, подрібнення великих трісок, промивання з наступним зневодненням.

2. Проклеювання маси речовинами, що легко окислюються (конопельна, льняна олія) або синтетичними смолами з антисептиками і антипіренами.

3. Розбавлення маси до концентрації 0,9% .

4. Зневоднення маси і утворення килима вологістю 65%.

5. Поздовжнє і поперечне різання килима.

6. Сушіння (для м'яких плит) або гаряче пресування в гідравлічних пресах на протязі 8...15хв.

7. Просочення у ванні з гарячою олією при температурі 110..120 °С протягом 30 сек.

8. Загартування гарячим повітрям при температурі 150..170 °С у загартувальних камерах протягом 2..3 год. Для підвищення міцності плити.

9. Проходження крізь зволожувальні камери протягом 6...8 год. Для усунення жолоблення плити.

10. Розкроювання на форматно-відрізних станках.

11. Оздоблення твердих плит (фарбування або обклеювання плівками).

Питання до лекції 11

1. Які основні види продукції з деревини?

2. Назвіть породи сировини, які використовуються в будівництві.

3. Охарактеризуйте процес виготовлення пиломатеріалів.

4. Назвіть основні операції виробництва клеєних дерев'яних конструкцій.

5. Охарактеризуйте процес виготовлення ДВП і ДСП.

Лекція 12. Виробництво виробів з мінеральних розплавів

План лекції

- 12.1. Загальні відомості.
- 12.2. Властивості скла.
- 12.3. Будівельні вироби і конструкції зі скла.
- 12.4. Декорування скла.

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

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

Сировина для виробництва скла

Головні матеріали – це основні оксиди кремнію, кальцію, магнію, алюмінію, що містяться в кварцових пісках, піщаниках, кварцитах, вапняках, крейді тощо;

Допоміжні матеріали – барвники, глушники, знебарвлюючі і освітлюючі речовини;

Барвники – оксиди свинцю, міді, бору, марганцю, хрому;

Глушники – фосфорнокислі, фтористі солі, що розсіюють світлу;

Знебарвлювачі – оксид і закис нікелю, з'єднання марганцю – усувають фарбування скла від оксидів заліза;

Освітлювачі – селітра, триоксид миш'яку – видаляють пухирці з розплаву;

Прискорювачі – з'єднання фтору, бору, хлору – процес варіння скла.

Головними критеріями класифікації будівельних матеріалів та виробів із мінеральних розплавів є вид сировини, її хімічний склад, характер макро-,

мікроструктури, а також спосіб формування та призначення матеріалів і виробів.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Виробництво листового скла відбувається трьома способами: прокатуванням, витягуванням і вогняним поліруванням (флюат-способом).

1. Прокатуванням виготовляють великорозмірне потовщене листове скло, а також армоване і хвилясте. Формується скляна стрічка товщиною 3..40мм, яку прокатують між валками;

2. Витягуванням одержують віконне скло товщиною до 6мм;

Способи витягування: *човниковий і безчовниковий*.

При *човниковому* способі охолоджена скломаса надходить у підмашинну камеру ванної печі, де знаходиться поплавко-човник, що плаває на поверхні скла. Скломаса утворює « цибулину», з якої витягується стрічка скла. В шахті здійснюють відпалення при температурі 920..980°C. Потім при виході склострічки з вальців відбувається попереднє надрізування

3. Флоат-метод полягає в тому, що зі скловарної печі скломаса виливається на розплавлене олово і утворює шар до 6мм. Під час руху по поверхні розплавленого олова стрічка в кінці ванни охолоджується від 900 до 600 С і, відокремившись від олова, надходить у піч для відпалювання, а потім охолоджується і нарізається.

Виготовлення триплексу по заливній технології передбачає склеювання між собою двох листів скла спеціальним рідким засобом, який потім під впливом ультрафіолетового випромінювання полімеризується. Плівковий ж триплекс отримують склеюванням скла і готової полімерної плівки під дією високої температури і тиску.

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

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

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

12.2. Властивості скла

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

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

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

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

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

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

Хімічна стійкість скла залежить від його складу.

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

12.3. Будівельні вироби і конструкції зі скла.

Основні види скляних будівельних та спеціальних матеріалів

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

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

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

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

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

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

Загартоване плоске скло у 10 разів міцніше за звичайне.

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

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

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

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

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

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

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

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

Візерункове кольорове або безбарвне скло виготовляють методом безперервного прокатування.

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

і нагадує морозні малюнки.

Криштал – особливий вид декоративного скла.

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

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

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

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

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

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

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

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

Скловолокно використовують для виготовлення *рулонних або гнучких матеріалів*.

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

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

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

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

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

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ СКЛА В БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОСТОРІ



Рис. 12.2 (а). Безрамне скління балконів



Рис. 12.2 (б). Безрамне скління - паркани



Рис. 12.3. Скління тераси



Рис. 12.4. Світлопрозорі конструкції,
використані для зимових садів



Рис. 12.5. Склопрофіліт



Рис. 12.6. Дах зі скляної черепиці



Рис. 12.7. Світлопрозора покрівля

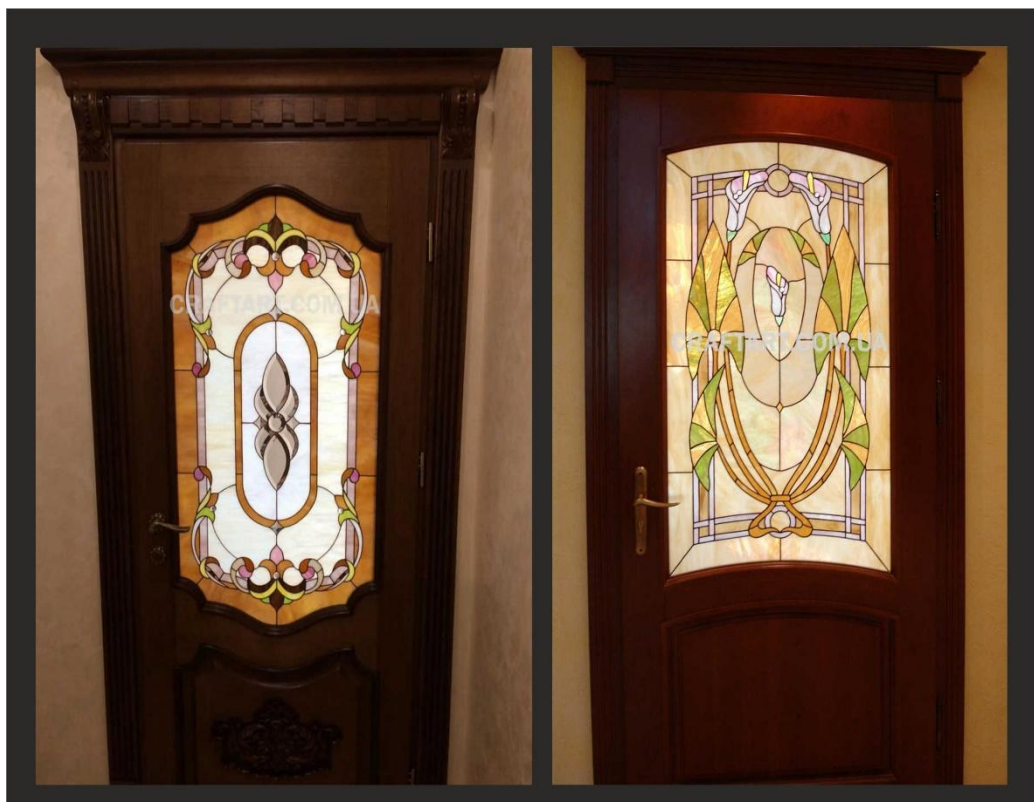


Рис. 12.8. Вітражі в техніці Тіффані



Рис. 12.9. Розписні вітражі



Рис. 12.10. Плівкові вітражі



Рис. 12.11 (а). Склоблоки в інтер'єрі



Рис. 12.11 (б). Склоблоки в інтер'єрі



Рис. 12.12. Скляні поли

12.4. Способи обробки та декорування скла

Способи обробки та декорування скла

Декоративні властивості скла підсилюють за допомогою технологічних та хімічних прийомів.

Забарвлення скла – технологічний прийом надання декоративного ефекту. Воно може бути *об'ємним* за рахунок додавання барвників до складу скломаси під час виготовлення скла або *поверхневим* – накладанням кольорового шару товщиною до 1 мм.

Способи обробки скла у гарячому стані:

- ☐ витягування (вертикальне, горизонтальне);
- ☐ видування;
- ☐ виливання та прокатування;
- ☐ пресування та штампування;
- ☐ вогневе полірування:
- ☐ ф'юзинг;
- ☐ молірування;
- ☐ гнуття;
- ☐ спікання.

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

тришарового скла.

Ф'юзинг – це процес поєднання декількох скляних елементів за рахунок їх спікання у печі.

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

Опалове скло – отримують додаванням вищевказаних добавок, але в незначній кількості.

Авантюринове скло – отримують додаванням до скляної маси порошку міді, який при охолодженні скла кристалізується, створюючи світловий ефект мерехтіння дрібних крапочок в об'ємі жовтувато-коричневого або кобальтового скла та на його відшліфованій поверхні.

Технологія «інкальмо» - це створення виробу шляхом спікання окремих скляних мас різного кольору зі збереженням чіткої границі між ними. Технологія використовується при виготовленні ваз і декоративних тарілок.

Технологія «пулегозо» базується на ефекті утворення пухирців повітря в об'ємі скла за рахунок занурення заготовки гарячої скляної маси у воду і миттєвого повернення у піч.

Крапельоване скло (кракелюр, кракелаж) – отримують зануренням гарячого виробу у холодну воду, що зумовлює утворення тріщин на його поверхні, а потім заготовку знов нагрівають до робочої температури та доводять отриманий виріб до готовності.

Філігрань – це введення до маси прозорого безколірного або кольорового скла тонких ниток із молочного, опалового або кольорового скла, які створюють різноманітні сплетіння.

Багатошарове декоративне скло виготовляють пошаровим видуванням скла певних кольорів.

Монохромна техніка – передбачає розпис скла спеціальною фарбою на основі оксидів міді, заліза та легкоплавкого скла з наступним випалюванням.

Декорування глазур'ю (гарячою емаллю) – нанесення скловидної емалі на кольорові та безколірові скляні вироби з закріпленням на поверхні шляхом високотемпературного випалювання у спеціальних печах. Для декорування скла використовують безбарвні та кольорові, прозорі та непрозорі емалі, які називають **глазурами**.

Люстрування (надання ефекту іризації) полягає у нанесенні на поверхню скла безбарвного або забарвленого в різні кольори прозорого перламутрового шару, який не змивається та підсилює блиск скла.

Трафаретний друк або фарбування скла – після нанесення декоративного малюнка виріб піддають термічній обробці – гартуванню.

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

Холодна обробка скла передбачає використання багатьох прийомів - від звичайної ручної різки скляних листів до механізованої декоративної обробки поверхні

Методи декоративної холодної обробки - піщано-струменева обробка, ручне полірування, гравірування.

Способи хімічної обробки скла – травлення, кольорове протравлювання, протравлювання.



а)



б)



в)

Рис. 12.13. Скляні вироби декоровані травленням:

а) ваза з двошарового накладного скла (алмазна грань); б) ваза (художнє травлення, гравірування); в) настільна лампа (багатошарове скло)

Контрольні питання до лекції 12

1. Назвіть види виробів зі скла.
2. Що є сировиною для виробництва скла?
3. Назвіть основні процеси при виробництві скла.
4. Які основні способи виробництва листового скла?

Лекція 13. Виробництво матеріалів і виробів для теплової ізоляції стін

План лекції

- 13.1. Виробництво мінеральної вати
- 13.2. Виробництво ніздрюватого скла
- 13.3. Виробництво спученого перліту

13.1. Виробництво мінеральної вати

Мінеральна вата (англ. mineral wool) — волокнистий матеріал, одержуваний з розплавів гірських порід, доменних шлаків або їхніх сумішей.

У поняття «мінеральна вата» за ДСТУ ISO 9229:2009 «Теплоізоляція» включено такі різновиди вати:

Скловата (англ. *glass wool*) — мінеральна вата, виготовлена з розплаву природного піску або скла.

Кам'яна вата (англ. *rock wool; stone wool*) — мінеральна вата, виготовлена переважно з розплаву вивержених гірських порід.

Шлакова вата (англ. *slag wool*) — мінеральна вата, виготовлена з розплаву доменного шлаку.

Сировина для виробництва мінеральної вати

Сировинна суміш є багатокомпонентною:

1. Гірські породи – діабаз, базальт, доломіт, та мергелі;
2. Металургійні доменні шлаки;
3. Електротермофосфорні шлаки;
4. Ваграночні і мартенівські шлаки;
5. Шлаки кольорової металургії.

Виготовлення мінераловатних гнучких і напівжорстких виробів складається з таких процесів:

1. Підготовка сировинних матеріалів та палива – подрібнення і сортування гірської породи;
2. Отримання розплаву у вагранці при температурі 1500...1800°C;
3. Змішування волокон з в'язучим в камері волокноосадження;
4. Створення килима з волокон, які осідають на конвеєр;
5. Сушіння килима при 110...140°C;
6. Охолодження килима до нормальної температури;
7. Розрізання килима, згортання в рулон;
8. Пакування продукції.

Способи переробки силікатного розплаву у волокно

1. ***Дуттьові способи*** – принцип роботи є горизонтальна або вертикальна дія енергоносія з великою швидкістю 400...600м/с на струмінь розплаву;

2. ***Відцентрово*** – валковий спосіб використовує багатовалкові центрифуги. Струмінь розплаву з температурою 1400°C попадає на валки, що обертаються.

Основне обладнання для виробництва мінеральної вати:

1. ***Вагранки*** – найбільш поширені печі безперервної дії, де розігрів і плавлення протікає за принципом протитоку;
2. ***Електродугові печі*** – водоохолоджувана металева ємкість діаметром 2,5...3м, футеровану зсередини. Плавлення виконують за допомогою трьох нерухомих електродів;
3. ***Конвекторна піч***. В ній газ згоряє в середовищі силікатного розплаву і шихти з їх одночасним барботажем;
4. ***Ванні печі*** – продуктивністю 25...50 кг/(м²хгод).

13.2. Виробництво ніздрюватого скла

Ніздрювате скло – це штучний силікатний матеріал з рівномірно розподіленими порами (0,1...5,0 мм), розділеними тонкими перегородками із склоподібної речовини.

За технологією отримання розрізняють піно- та газоскло.

Ніздрювате скло за призначенням поділяється на:

- ізоляційне (для утеплення огорожувальних конструкцій будівель);
- ізоляційно-монтажне (для ізоляції морозильних установок і теплових агрегатів з температурою від -160 до +400°C);
- вологозахисне (з водопоглинанням не більш 1,8%);
- спеціальне.

Сировина для виробництва піноскла

1. Бій тарного і віконного скла;
2. Відходи скловиробництва;
3. Спеціально зварений гранулят скла;
4. Легкоплавкі луговміщувальні гірські породи;

Різні газоутворювачі (азотнокислий натрій, карбід кальцію, вапняк, мармур, антрацит.

Способи отримання піноскла

1. Холодний – одержання при звичайній температурі піноскляної «сирої» маси, що включає молоте скло і піноутворювач, з наступною фіксацією структури спіканням частинок скла;
2. Використання вакууму для спінення розм'якшеного скла;
3. Порошковий – спікання порошкоподібної суміші скла з газоутворювачем

Основні етапи виробництва піноскла

1. Одержання скляного розплаву в ванних печах;
2. Виробництво із скляного розплаву грануляту при різкому охолодженні струменів розплаву, що витікають з печі, які інтенсивно зрошують водою;
3. Одержання дисперсної шихти на дробарках до розміру зерен не більше 3мм з наступним сумісним помелом в кульових млинах;
4. Спінювання і відпал (відпуск) в жаростійких сталевих або чавунних формах за одно- або двостадійним режимом, або на жаростійкому конвеєрі, який безперервно рухається;
5. Обробка, упаковка, складування.

13.3. Виробництво спученого перліту

Перліт - (англ. perlite, pearlite, pearl-stone) — вулканічне скло з характерною концентрично-сферичною окремістю, за якою воно розколюється на кульки, (нагадують перлини).

За текстурою розрізняють перліти пористі і масивні.

Перліти утворюються при гідратації вулканічного скла, що відбувається або безпосередньо при охолодженні вулканічних тіл і перерозподілі води, що

міститься в них під впливом перепаду температури і тиску, або через значний після утворення скла проміжок часу під впливом гідротермальних розчинів і поверхневих вод.

Відповідно в залежності від часу гідратації скла виділяють первинні і вторинні перліти.

Перліт добувають відкритим способом в кар'єрах.

Для термообробки використовують *шахтні і обертові печі* (для спучення крупної сировини).

Питання до лекції 13

1. Дайте визначення поняттю «мінеральна вата».
2. Назвіть способи переробки силікатного розплаву у волокно.
3. Дайте визначення поняттю «перліт». Розкрийте кроки його виробництва.
4. Дайте визначення поняттю «піноскло».
5. Назвіть основні етапи виробництва піноскла.

Лекція 14. Виробництво санітарно-технічних і електромонтажних заготовок, вузлів і виробів

План лекції

14.1. Виробництво вузлів трубопроводів.

14.2. Виробництво вузлів і заготовок для систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря.

14.3. Виробництво електромонтажних заготовок.

14.1. Виробництво вузлів трубопроводів

Індустріалізація усіх видів будівництва, підвищення ступеня заводської готовності використовуваних виробів і конструкцій, зростаюча складність інженерного обладнання об'єктів будівництва потребують прискореного розвитку підприємств, які виробляють різні заготовки, деталі і вузли, необхідні при монтажі технологічного обладнання і трубопроводів, контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, виконання санітарно - технічних, електромонтажних, теплотехнічних і інших спеціальних видів робіт.

Питома вага монтажних і спеціальних робіт в будівництві нині складає 30...40%, а на об'єктах хімічної, нафтопереробної і металургійної промисловостей 50...60 % від загального обсягу будівельно-монтажних робіт. Рівень їх індустріалізації повинен складати не менше 45...50%. Це обумовлює необхідність подальшого розвитку і вдосконалення заводського виробництва різних монтажних заготовок, виробів і вузлів.

У загальному обсязі монтажних і спеціальних робіт питома вага механомонтажних складає 35...45%; електромонтажних 20^30%; санітарно-технічних 15...25%; робіт з монтажу засобів автоматики і контрольно-вимірювальних приладів 5...10%. Питома вага вартості заготовок, вузлів і виробів у загальній вартості будівельно-монтажних робіт складає 3...10%.

Забезпечення будівництва монтажними заготовками, вузлами, виробами здійснюється за двома основними напрямками:

- їх централізованому індустріальному виготовленні на підприємствах, що входять до складу виробничої бази будівництва;

- безпосередньо в процесі монтажу на невеликих ділянках, які розташовані на будівельних майданчиках.

Нині обсяги виробництва з цих напрямків практично однакові.

Спеціалізовані підприємства виготовляють різні монтажні заготовки, вироби і вузли. Як правило, великі підприємства знаходяться на самостійному балансі, а малі, які мають місцеве значення - на балансі будівельних організацій. Нині діють спеціалізовані підприємства з виготовлення різних монтажних заготовок і вузлів: вузлів трубопроводів (рис. 14.1), електромонтажних заготовок, виробів і заготовок для вентиляційних систем, контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

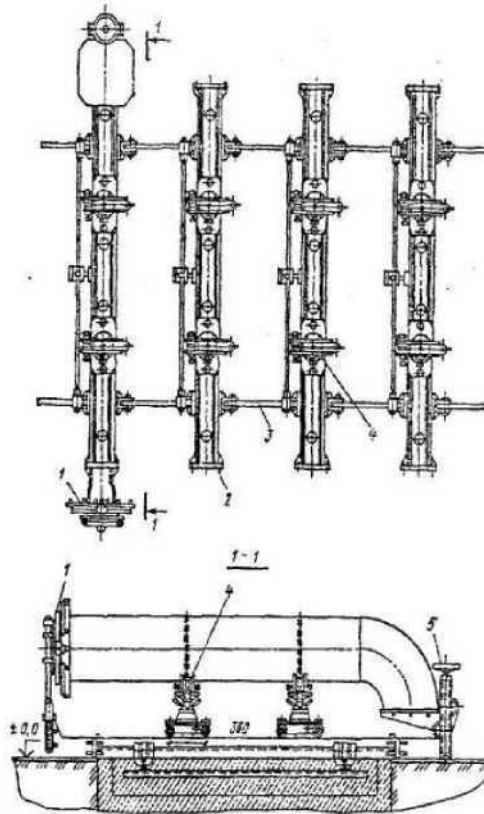


Рис. 14.1. Стенд для збирання елементів і вузлів трубопроводів $D=50\ldots 500\text{мм}$: 1 - пристосування для збирання труб з фланцями; 2 - рухома балка; 3 - рейкові направляючі; 4 - каретка з висувними призмами і затискачами; 5 - стіл для збирання труб з відведеннями.

На підприємствах санітарно-технічних і вентиляційних монтажних заготовок виготовляють вузли систем центрального тепlopостачання, внутрішні системи водопроводів, каналізації, пристроїв для кондиціювання повітря тощо.

Підприємства з виготовлення санітарно-технічних вузлів, виробів і заготовок складається з таких цехів:

- **трубозаготовчого**, де виготовляють деталі і вузли для систем опалення, внутрішнього водопроводу і газопроводу, обв'язки котлів, бойлерів;
- **вентиляційного**, де виготовляють повітроводи і штучні вироби: патрубки, рефлектори, циклони, заслінки;
- **котельно-зварювального**, де виготовляють вироби з листової сталі: теплообмінники, баки, вироби з труб великих діаметрів, реєстри, фланці;
- **слюсарно-механічного**, де виготовляють засоби кріплення, клапани, здійснюють агрегування насосів і вентиляторів з двигунами;
- **відділення групування радіаторів**, де виконують групування і опресування радіаторів, фланцювання ребристих труб;
- **відділення збирання вузлів з чавунно-каналізаційних труб**;
- **кузня**, де виготовляють різні поковки і штамповані вироби;
- **трубозгинальне відділення**, де виготовляють відводи, компенсатори і гнуть труби великих діаметрів.

При необхідності підприємства можуть мати електроремонтний, інструментальний і інші цехи. **Окрім** вказаних **головних цехів** такі підприємства мають:

- **побутові**, допоміжні і складські приміщення;
- **матеріальний склад** для зберігання листової сталі, труб, підсобних матеріалів, приладів;
- **склад готової продукції**;
- **склад паливно-мастильних матеріалів тощо.**

Технологічний процес виготовлення вузлів трубопроводів виконується у **такій послідовності**:

- сортування, очищення, випрямлення і виготовлення окремих напівфабрикатів;
- складання і зварювання вузлів трубопроводів;
- фарбування, сушіння і комплектація вузлів трубопроводів.

Труби і інші матеріали складають на відкритій площадці, обладнаній козловим краном, де сортують і очищають метал. Потім метал направляють в заготівельне відділення, де виконують його різання, а також початкову обробку - гнуття, утворення отворів тощо.

Для механічного різання металу використовують ножиці і газорізальні апарати, для гнуття - листозгинальні вальці і преси. В подальшому виготовленні напівфабрикати надходять до проміжного складу, де вони комплектуються і при необхідності видаються до збірного відділення. Вузли трубопроводів збирають на стендах і маніпуляторах обладнаних напівавтоматами для зварювання металу в середовищі різних газів і під шаром флюсу. Фарбують і сушать виготовлені вузли у фарбувальному відділенні.

Залежно від виду речовин, які транспортуються, **розрізняють** **водогазові теплопроводи; каналізаційні і технологічні трубопроводи** і відповідно вузли до них. Труби, в зв'язку з особливостями технології їх виробництва, мають визначені зовнішні діаметри. Тому, залежно від тиску продуктів, які транспортуються, вибирають труби з потрібною товщиною їх стінок.

Трубопроводи, арматуру і деталі їх з'єднання розраховують на один із **таких умовних тисків**, МПа: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 8,3; 10,0; 12,5; 18,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0; 50,0; 63,0; 82,0; 100.

Труби бувають безшовні і зварені, їх виготовляють з вуглецевих, легованих і високолегованих, корозійно- і жаростійких сталей. **Трубопроводи з'єднують** за допомогою нероз'ємних (зварені, склеєні тощо) або **роз'ємних (фланцеві, різьблені тощо) з'єднань**. Вид з'єднання трубопроводів залежить від матеріалу з'єднаних деталей; фізико-хімічних властивостей, тиску і температури транспортуваних речовин; умов експлуатації трубопроводів.

Сталеві труби при виготовленні вузлів трубопроводів з'єднують зварюванням, за допомогою фланців і різьблення.

Зварні шви поділяють на одnobічні і двобічні. Трубопроводи з зовнішнім

діаметром до 530мм зварюють тільки однобічним швом. Двобічні шви застосовують при зварюванні труб більшого діаметра.

Фланцеві з'єднання використовують у місцях підключення трубопроводів до апаратів і іншого обладнання, яке має фланці, а також на частинах трубопроводів, які потребують у процесі експлуатації періодичного розбирання або змін. Такі з'єднання складаються з двох фланців, прокладки або ущільнюючого кільця, з'єднувальних болтів або гайок.

Передбачено 9 видів виконання фланцевих ущільнюючих площин:

1. із з'єднуючим виступом;
2. із виступом;
3. із западиною;
4. з шипом;
5. із пазом;
6. під лінзову прокладку;
7. під прокладку овального перерізу;
8. з шипом-пазом;
9. фторопластову прокладку.

Зміщення осей отворів для болтів не повинні перебільшувати 0,5 мм для отворів діаметром від 14 до 26 мм; 1,6 мм для отворів діаметром від 30 до 48 мм. При з'єднанні сталевих труб використовують трубне циліндричне різьблення. Ущільнюючі матеріали для різьблених з'єднань вибирають залежно від температури середовища, яке транспортується.

При виготовленні вузлів трубопроводів труби, які доставляються на підприємство трубовами або залізничними вагонами, вивантажують і складають у штабелі, звідки вони надходять на стелажі після контролю якості кожної труби. Потім виконують розмічування труб для їх різання під різними кутами, утворення отворів або згинання. Для розмічування використовують стандартні інструменти.

При виготовленні вузлів для трубопроводів, для яких відсутні стандартизовані круто зігнуті відведення для трубопроводів з легованої і високолегованої сталі, високого тиску, малих діаметрів з вуглецевої сталі, а також у випадках, коли радіус вигину перебільшує півтора діаметра труби, труби гнуть на підприємствах виробничої бази будівництва.

Застосовують такі способи згинання труб:

- у холодному стані згинальним сектором на двох опорах з наповнювачем і без наповнювача;
- у холодному стані обкатуванням роликом без наповнювача;
- у холодному стані з внутрішнім дорном, з нагрівом електричним струмом високого коливання (СВК).

Відхилення від номінальних розмірів у відведень не повинні перебільшувати таких значень:

- радіус вигину 4%, але не більше 20 мм: зменшення товщини стінки у зоні вигину 25..30% (залежно від радіуса вигину);
- овальність перерізу у зоні вигину - 8%; висота хвиль – 10 мм, відхилення

взаємного розташування прямих ділянок гнutoї труби - 1 мм на кожні 150 мм довжини руби.

Для згинання сталевих безшовних гарячекатаних **труб у холодному стані використовують** трубозгинальні гідравлічні станки ТВС-127; ТГР-20; ТГР-50; ВМС-23В; ГСМ-21, багатопозиційні трубозгинальні механізми ВМС-26А, СТД-102.

При збиранні вузлів трубопроводів спочатку з окремих патрубків і деталей (відведень, фланців, переходів) збирають елемент, габарити якого дозволяють зварювати стикові з'єднання механізованим способом. Потім з таких елементів виготовляють вузли трубопроводів.

Фарбують вузли трубопроводів відповідно до їх призначення. При поставці на будівництво вузли трубопроводів повинні бути повністю укомплектовані.

Сталеві труби при виготовленні вузлів трубопроводів можна склеювати за допомогою композиції "Компаунд-168", яка вимішує епоксидну смолу ЕД-16 (90 % від маси) і пластифікатор - поліефір МГФ-9 (10 % від маси).

При застосуванні у виробництві вузлів трубопроводів чавунних труб відхилення їх розмірів від номінальних не повинні перебільшувати 5мм. Площі відрізання або перерубування труб і фасованих частин повинні бути перпендикулярні їх осям, а на кінцях труб не повинно бути тріщин. Стики чавунних труб необхідно заповнювати розчином розширюючого цементу або розплавленою сіркою з попереднім ущільненням стику просмоленним пасмом.

14.2. Виробництво вузлів і заготовок для систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря

На окремих підприємствах або на санітарно-технічних заводах у цеху вентиляційних виробів і заготовок, виготовляють повітроводи систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря, а також різні деталі цих систем. Значна частина вентиляційних систем типізована і нормалізована. **Головною номенклатурою таких цехів є:** повітроводи з покрівельної і нержавіючої сталі а також алюмінію і полімерних матеріалів; повітророзподільчі повітрязбірні пристрої, місцеві відсмоктувачі; рухомі і нерухомі решітку рефлектори циклони; деталі для з'єднання, запірні і регулюючі пристрої: фланці, шибери, заслінки; засоби кріплення вентиляційних систем до будівельних конструкцій: хомути, кронштейни, підвіски тощо.

Повітроводи підрозділяють на декілька типів.

Прямошовні повітроводи виготовляють з прямим по довжині швом, який з'єднує крайки листа. Довжина повітроводу дорівнює довжині листів, з яких виготовляють повітровід, але вона не повинна перебільшувати 2,5 м.

Спіральні повітроводи виготовляють на спеціальних верстатах шляхом спірального накручування сталевий стрічки. Такі повітроводи можуть мати будь-яку необхідну довжину.

Залежно від товщини металу повітроводи виготовляють із застосуванням фальцових з'єднань (товщина металу до 1,6мм), а при більшій товщині – зі зварюванням. Повітроводи діаметрам 100...200 мм виготовляють зі сталі товщиною 0,5 мм; 250...460 мм – 0,6 мм; 600...800 мм – 0,7 мм; 900...1600 мм –

1мм; 1800...2000 мм – 1,4 мм.

Система повітроводів складається з уніфікованих деталей – прямих ділянок, відводів, переходів, вузлів відгалужень і заглушок.

Металеві повітроводи переважно виготовляють із маловуглецевої, чорної і оцинкованої сталі.

При переміщенні повітроводами агресивних газів або пилу використовують повітроводи з нержавіючої сталі, титанових і алюмінієвих сплавів.

Повітроводи з чорної сталі і деталі їх кріплення фарбують залежно від складу повітря:

- так повітроводи для переміщення умовно чистого повітря з температурою до 343 К ґрунтують усередині і ззовні за один раз;
- умовно чистого з температурою більше 343 К – фарбують по заґрунтованій поверхні вогнестійкою фарбою ззовні один раз;
- вміщуючого пил – ґрунтують ззовні один раз;
- вміщуючого агресивні гази – фарбують по заґрунтованій поверхні антикорозійним складом.

Різьблені і оброблені поверхні, які сполучаються – не фарбують.

Друге фарбування зовнішньої поверхні повітроводів здійснюють після їх встановлення на об'єктах будівництва.

Технологічний потік вентиляційного цеху починається з розмічування і розрізання.

В операції першого технологічного процесу також входить прямолінійне і криволінійне розрізання листів і картин. Для ручного, прямолінійного розрізання листової сталі товщиною до 1,5 мм застосовують ножиці ВМС 101. Для криволінійного розрізання листового металу товщиною до 2,7 мм застосовують ручні ножиці ІЕ-5402, С- 440 і С- 424. Прямолінійне розрізання металу товщиною до 6мм і шириною листа до 2500 мм здійснюється гільйотинними ножицями СТД-9А, НГ-3М, ВМС-103.

Другим технологічним процесом є виготовлення з листів сталі і картин напівфабрикатів-частин повітроводів і фасонних частин до них. З метою надання листовим заготовкам циліндричної або конічної форми використовують вальці С-235, ВМС -85, СТД-90, СТД-14. При виготовленні повітроводів прямокутного перерізу застосовують листозгинальні верстати ЛС- 5, ЛС-6. Усі фальцепрокатні пристрої виконують прокатуванням прямих фальців. Для відгинання бортів і утворення поперечних фальцевих з'єднань на деталях криволінійної форми використовують машини ВМС-76, ВМС-77, ВМС-78.

Третій технологічний процес: збирання вентиляційних вузлів і виробів, який, залежно від їх габаритів, здійснюється на спеціальних верстаках, фальцеосаджувальних верстатах ФО-1, ФО-2, СТД-25, СТД-28 або хоботі зігмашини (прокатка поперечних фальців, відборткування фальців).

Наступним технологічним процесом є контрольне складання виготовленої вентиляційної системи і її фарбування.

Для виготовлення виробів і елементів вентиляційних систем широко застосовують **неметалічні матеріали:** азбестоцемент; залізобетон; полівінілхлорид; вініпласт, склопласт і інші матеріали з пластмас.

На сьогодні найбільш розповсюджені металеві системи вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря, їх застосування дозволяє значно покращувати мікроклімат у виробничих цехах. Після виготовлення окремих частин таких систем на підприємствах виробничої бази будівництва можуть виконувати контрольне складання систем і їх випробування. Після чого вони доставляються на будівництво.

14.3. Виробництво електромонтажних заготовок

На підприємствах електромонтажних заготовок централізовано виготовляють коробки та різні інші електромонтажні вироби. Технологічний процес виготовлення таких виробів передбачає штампування напівфабрикатів на кривошипних і ексцентрикових пресах, збирання виробів на конвеєрних лініях. Для фарбування зварних з'єднань використовують конвеєри безперервної дії. Фарбують вироби в камерах, які обладнані гідрофільтрами, а обезжирюють механічним або хімічним способами. Для сушіння виробів застосовують камери з інфрачервоними випромінювачами. Сталеві труби, які використовують при монтажі електрообладнання, засобів автоматизації і зв'язку, систем централізованого змащування і гідравліки, підлягають додатковому хімічному очищенню і фарбуванню на спеціальному обладнанні.

Після фарбування і сушіння вироби комплектують і відправляють на склад готової продукції.

Для забезпечення спеціальних монтажних організацій заготовками для великогабаритних конструкцій, нестандартизованими виробами, які не ввійшли в номенклатуру спеціалізованих підприємств монтажних заготовок, а також для виконання складання окремих вузлів, які надходять зі спеціалізованих підприємств, організовують виробничі бази.

Номенклатура продукції, що виробляється базами, включає різні заготовки:

- для виконання електромонтажних робіт (блоки щитів і пультів управління; розподільчі пристрої);
- для монтажу систем контрольно-вимірювальних приладів і автоматики (щити і пульти управління, комплекти вузлів і пристроїв трубної обв'язки приладів).

В основу організації основних виробничих процесів на таких базах покладені принципи поточності і комплексної механізації.

На підприємствах монтажних заготовок контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації основною продукцією є вузли і вироби масового використання: рейки зажимів, з'єднання для труб із кольорових металів; з'єднання зі сталевих труб, трубні блоки, щити для технологічного контролю тощо.

До складу підприємства з виготовлення монтажних заготовок входить два виробничих корпуси: інженерно-лабораторний корпус, склад металу і склад готової продукції. В першому виробничому корпусі виконують штампувальні, збірно-комутаційні і трубозаготовчі роботи; тарування і пакування. В другому виробничому корпусі – роботи, які пов'язані в механічною, гальванічною і термічною обробкою виробів. В спеціалізованому відділенні другого корпусу

виготовляють і ремонтують інструменти та інші прилади.

Запитання до лекції 14

1. Назвіть послідовність виконання операцій при виготовленні вузлів трубопроводів.
2. Наведіть технологічну схему виробництва вентиляційних систем.
3. Яким видам обробки підлягають труби, які використовують при виготовленні вузлів трубопроводів?
4. Які вироби виготовляють на підприємствах санітарно-технічних монтажних заготовок?
5. Які цехи входять до складу з виробництва санітарно-технічних вузлів і виробів?
6. Які вироби виготовляють на підприємствах електромонтажних заготовок?

Лекція 15. Виробництво лакофарбових матеріалів

План лекції

- 15.1. Загальні відомості про лакофарбові матеріали.
- 15.2. Виробництво зв'язуючих речовин. Фарбові суміші.
- 15.3. Виробництво допоміжних матеріалів.

15.1 Загальні відомості про лакофарбові матеріали

Лакофарбовими називають природні або штучні синтетичні матеріали, які, нанесені у рідкому стані на поверхню виробів тонким шаром, після твердіння утворюють захисну плівку, що захищає вироби від агресивного впливу атмосфери, дії пари і газів, загнивання, а також надає виробам привабливого зовнішнього вигляду і поліпшує санітарно-гігієнічні характеристики.

Лакофарбові матеріали поділяють на основні і допоміжні. Основні – лаки, фарби і емалі. Допоміжні – ґрунтовки, розчинники, шпаклівки, розбавлювачі тощо.

За типом плівкоутворювальних речовин лакофарбові матеріали поділяють на олійні, полімерні, вапняні, цементні, клейові тощо.

Пігменти – тонкомелені кольорові порошки, які не розчиняються у воді, розчинниках і зв'язуючих, але добре з ними змішуються і утворюють фарбовий склад. Пігменти бувають природні мінеральні: крейда, охра, залізний сурик, мумія, умбра, графіт, марганцева руда) та штучні мінеральні (біло, сурик свинцевий, ультрамарин, лазур, оксид хрому, зелень, сажа) і штучні органічні.

Пігменти, повинні мати добру покривність (витрата пігменту в грамах на 1 м² поверхні) і фарбувальну здатність. Пігменти характеризуються маслоємністю, світло - і атмосферостійкістю.

Наповнювачі – мінеральні порошки, які додають для економії пігментів і надання особливих властивостей фарбам. До них належать тальк, каолін, пил кварцу, азбестовий пил, слюда тощо.

Пігменти поділяють на білі, чорні і з різними відтінками сірі, червоні, жовті, зелені, сині та коричневі. В табл. 15.1 приведені мінеральні пігменти поширені в будівництві.

Основними вважаються пігменти червоного, синього і жовтого кольорів. Інші кольори можна одержати, змішуючи пігменти між собою в різних пропорціях. Наприклад, зелений колір досягається змішуванням синього і жовтого пігментів, фіолетовий - червоного і синього, оранжевий - червоного і жовтого тощо. Здатність пігментів надавати при змішуванні один одному своє забарвлення називають фарбуючою здатністю або інтенсивністю.

Таблиця 15.1.

Область застосування мінеральних пігментів

Пігменти	Колір	Область застосування
Крейда	Білий	Ґрунтівки і шпатлівки, водні фарби

Білила цинкові	Білий	Масляні і силікатні фарби
Литопон сухий	Білий	Масляні фарби
Білила титанові	Білий	Масляні фарби і емалі
Перекис марганцю	Чорний	Водні і безводні фарбові суміші
Сажа	Чорний	Безводні суміші
Графіт	Сірий	Водні і безводні фарбуючі суміші
Сурик залізний	Червоний	Водні і безводні фарбуючі суміші
Мумія суха	Червоний	Водні і безводні фарбуючі суміші
Охра суха	Жовтий	Водні і безводні фарбуючі суміші
Крон цинковий	Жовтий	Масляні, емалеві і клесві фарби
Окис хрому	Зелений	Водні і безводні фарбуючі суміші
Ультрамарин		Водні і безводні фарбуючі суміші
Лазурь залізна	Синій	Водні нелужні суміші

Фарбуючу здатність визначають за допомогою розбілів, тобто змішуванням пігментів з послідовно зростаючою дозою крейди для водних, або білил для олійних сумішей і порівняльною оцінкою отриманих вифарбувань. Пігменти малої інтенсивності, наприклад охра, стають малопомітними вже при розбілах 1:15, з високою, наприклад лазурь, зберігають свій відтінок при розбілах до 1:20 і вище. Такі інтенсивні пігменти для розрідження і здешевлення змішують з наповнювачами - крейдою, каоліном, тощо.

Друга важлива характеристика пігментів - покривність або властивість покривати - доза пігменту, необхідна для повного покриття раніше нанесеного на поверхню шару контрастної фарби. Пігменти низької інтенсивності разом з тим можуть мати високу покривність. Наприклад, охра має велику покривність (60...90 г/см²) при малій фарбуючій здатності, лазурь - навпаки. Покривність збільшується з підвищенням різниці показників заломлення світла пігментом і зв'язуючим.

Для покращення ряду властивостей і здешевлення фарбуючих сумішей використовують наповнювачі

15.2. Виробництво зв'язуючих речовин. Фарбові суміші

Призначення зв'язуючих речовин у фарбах і лаках – скріплювати часточки пігментів і наповнювачів між собою і з поверхнею виробу. Зв'язуючими у полімерних фарбах, лаках, емалях є полімери; у каучукових фарбах – каучуки; у

клейових фарбах – клеї (тваринний і казеїновий); у нітролаках – похідні целюлози; у цементних, вапняних, силікатних фарбах – неорганічні в'язучі речовини (портландцемент, вапно, рідке скло); в олійних фарбах – оліфи.

Оліфа – олійна речовина, яка після висихання дає еластичну плівку – основне зв'язуюче в масляних фарбах. Оліфи є натуральні, напівнатуральні і штучні.

Натуральні оліфи – продукт варіння рослинних олій при температурі 200 °С з введенням сикативів – окислювачів, які прискорюють висихання оліфи. Їх використовують для приготування високоякісних фарб.

Напівнатуральні оліфи складаються з рослинних олій і легких розчинників. Такі види напівнатуральної оліфи, як оліфа-оксоль, оксоль-суміш, використовують для розведення масляних фарб, зафарбовування усіх видів поверхонь.

Оліфи штучні здобувають із нафтопродуктів, їх використовують тільки для внутрішніх робіт, тому що під впливом атмосферних факторів їх довговічність значно зменшується.

Для виготовлення фарб використовують також емульсії з оліфи, вапняного молока і розчину тваринного клею.

Олійні фарби виготовляють ретельним змішуванням оліфи та пігментів. Ними фарбують кам'яні, дерев'яні, штукатурні, металеві поверхні – внутрішні та зовнішні.

Лаки – це розчин смол у легких розчинниках. За видом плівкоутворювальної речовини лаки бувають олійно-смоляні, безолійні синтетичні, бітумні, спиртові, нітролаки.

Емалеві фарби (емалі) виготовляють зміш, вапняр пігменту з лаками. Вони швидко висихають.

Фарби, що розводять водою, випускають на мінеральній основі — цементні, клейові, вапняні, силікатні; їх готують на відповідному в'язучому і пігменті.

Цементними фарбують зовнішні або внутрішні поверхні з каменю, цегли та штукатурки, що експлуатуються в умовах підвищеної вологості; *вапняними* – фасади, стіни і стелі. *Силікатні* готують на рідкому склі і застосовують для фарбування фасадів, цегляних та оштукатурених поверхонь.

До складу *клейових фарб* входять тваринні, рослинні чи полімерні клеї. Казеїновими фарбують зовнішні і внутрішні бетонні та оштукатурені стіни.

Водоемульсійні фарби (полівінілацетатні, стирол-бутадієнові, акрилатні, гліфталеві) на будівельний майданчик надходять у вигляді пасти, їх розводять водою до потрібної консистенції і наносять на будь-які поверхні.

Полімерцементні фарби – це суміш білого цементу, пігментів, наповнювачів і полівінілацетатної чи полівінілхлоридної емульсії. Наносять на будь-яку основу.

Основні види фарб та лаків. *Емульсійні фарби* – пігментовані емульсії полімерів у воді. Основними представниками фарб цієї групи є полівінілацетатні, стиролбутадієнові, акрилатні, гліфталеві водорозріджувані суміші. В емульсійні фарби, крім пігментів додають емульгатори та інші допоміжні речовини. Твердіння емульсійних фарб йде в міру розпаду емульсії,

внаслідок чого вже через 1-2 години утворюється міцне, світло- і водостійке газопроникне покриття. Емульсійні фарби пожежно- і вибухобезпечні, не токсичні. Їх можна наносити на неприсохлі поверхні штукатурки чи бетону, враховуючи вологопроникність утворюваної плівки. Емульсійні фарби використовують для зовнішнього і внутрішнього фарбування по цеглі, каменю, бетону, штукатурці і дереву.

Масляні фарби являють собою суспензії пігментів в оліфі. В їх склад при необхідності додають наповнювачі, сикативи та інші добавки. Фарби виготовляють густотертими або придатними до використання. Вони застосовуються для різних видів фарбування по металу, дереву, штукатурці, бетону з урахуванням якості оліфи та виду пігменту. Так, наприклад, суміші з використанням оліфи-оксоль придатні для фарбування поверхонь в середині приміщень, на відміну від фарб на натуральній та гліфталевій оліфах, які призначені для нанесення як на внутрішні, так і зовнішні покриття.

Використання литопонових білил, які темніють під дією світла, не дає можливості використовувати олійні фарби для зовнішніх малярних робіт, а свинцевих білил, що вміщують шкідливі речовини, - для фарбування внутрішніх поверхонь житлових приміщень.

Емалеві фарби є різновидом леткосмоляних сумішей, зв'язуючими для яких служать розчини синтетичних полімерів. Процес плівкоутворення емалевих фарб йде в міру випаровування органічних розчинників.

В будівництві поширені перхлорвінілові, пентафталеві, гліфталеві, епоксидні та інші емалеві фарби. Кожна з них має свою раціональну область використання. Так пентафталеві емалі раціонально використовувати для покриття дерев'яних підлог, перхлорвінілові для фарбування фасадів будинків, гліфталеві - внутрішніх елементів будинків по шпатлівці, дереву, металу.

Розчиняють емалеві фарби бензином, сольвентом, скіпідаром, ксилолом, толуолом і деякими іншими речовинами.

Лаки, що використовуються для будівельних робіт діляться на наступні групи: олійно-смоляні, безолійні синтетичні, на основі бітумів, нітро- і етилцелюлозні, спиртові.

Властивості та галузь використання лаків визначається властивостями органічних зв'язуючих. Так, лаки на основі сечовиноформальдегідних, поліефірних полімерів використовуються для фарбування паркетних підлог, для опорядження фанери, столярних виробів, деревностружкових плит. Пентафталеві лаки застосовують для лакування зовнішніх і внутрішніх покриттів по дереву, олійних фарб по металу; перхлорвінілові лаки - для захисту різноманітних будівельних конструкцій від агресивних середовищ. Бітумні лаки служать для антикорозійних покриттів металічних деталей. Нітролаки широко використовують для лакування металів, пофарбованих та непофарбованих виробів із дерева.

Одним з найбільш поширених, дешевих і ефективних способів захисту будівельних конструкцій від передчасного руйнування внаслідок процесів

корозії є фарбування їх лакофарбовими матеріалами. В більшості випадків лакофарбовий захист проводиться з використанням поширених і недорогих матеріалів - бітумів, оліфи або доступних полімерів.

З бітумних сумішей для антикорозійного захисту використовують *бітумно-смоляні лаки*, які являють собою розчини в органічних розчинниках сплавів бітумів та рослинних олій. Теплостійкість таких лаків не більше 50°C, лугостійкість також невелика. Змішуванням з алюміневою пудрою з них виготовляють фарби для захисту металевих виробів і конструкцій від корозії.

Етиленові лаки і фарби виготовляють на основі полімера дивінілацетилена. Відрізняються високими антикорозійними і малярними якостями, здатністю твердіти при температурі до - 25° С. Етиленові лаки відносно швидко старіють на світлі. Стійку і економічну фарбу одержують змішуванням етиленового лаку (60%) і залізного сурику (40%).

Перхлорвінілові лакофарбові покриття відрізняються високою довговічністю (10-12 років) атмосферо- і хімічною стійкістю. Строк придатності перхлорвінілових сумішей при 15...25° С складає 6-8 годин. Для одержання щільного покриття потрібно нанести 6-10 шарів.

Хлоркаучукові матеріали поряд з високою стійкістю до дії кислот і лугів мають високу еластичність і стійкість до атмосферних дій. В порівнянні з перхлорвініловими вони більш економічні, а покриттям, одержаним з них, характерний менший строк висихання. Виготовляють також тиксотропні емалі на основі хлоркаучука зі спеціальними добавками.

Епоксидні лакофарбові матеріали після твердіння стають високоміцними, твердими і щільними. Їх відмінні особливості - висока адгезія до бетонних та інших поверхонь. Ефективні суміші отримують суміщенням епоксидних, етинолевих, фурилових та інших полімерів, а також бітумів.

Кремнійорганічні лаки і емалі відрізняються високою хімічною і термічною стійкістю. При довгостроковій експлуатації вони витримують температуру до 300 °С.

Види ґрунтовок і шпатлівочок повинні відповідати видам фарбуючих сумішей. Так, при вапняному фарбуванні використовують вапняні, а при силікатному - силікатні ґрунтовки. При використанні олійних та інших безводних фарб рекомендується використовувати ґрунтувальні та шпатлювальні суміші на оліфі або інших синтетичних зв'язуючих.

15.3 Допоміжні матеріали

Розчинники – це рідини, які використовують для доведення малярних сумішей до робочої консистенції. Вони не вступають у хімічну реакцію з речовиною, яку розчиняють, і дуже легко випаровується при висиханні.

До розчинників належать скипидар – продукт деструктивної перегонки смолистої деревини сосни. Його застосовують для розведення олійних, алкідних та інших лакофарбових сумішей.

Уайт-спірит - продукт перегонки нафти. Застосовують для розчинення

олійних лаків і фарб, а також для змивання затверділих фарбових сумішей і лаків.

Ацетон здобувають сухою перегонкою деревини. Він змішується з водою та спиртом у різних відношеннях, має характерний запах, розчиняє багато органічних речовин. Через токсичність і займистість має обмежене застосування.

Контрольні питання до лекції 15

1. Дайте визначення, що таке пігменти? Які є пігменти?
2. Назвіть зв'язуючі для олійних фарб.
3. Як приготувати олійну та емалеву фарбу?
4. Які водорозчинні фарби застосовують у будівництві?
5. Які є допоміжні лакофарбові матеріали?
6. Які лаки застосовують у будівництві?

Список рекомендованої літератури

1. Виробнича база будівництва: Конспект лекцій для студентів спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. О.С. Чапюк, І.В. Задорожнікова – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 72 с.
2. Виробнича база будівництва. Методичні вказівки до практичних занять

для студентів спеціальності 192"Будівництво та цивільна інженерія" денно і та заочної форм навчання / О.С. Чапюк, О.А. Пахолюк-Луцьк: ЛНТУ, 2018. – 28 с.

3. Виробнича база будівництва. Електронний посібник для студентів напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» денної та заочної форми навчання / О.С. Чапюк. Луцьк: ЛНТУ, 2014.
4. Ткачук М.М., Білецький А.А., Громадченко В.Ю., Клімов С.В. Виробнича база будівництва: Навч. посібник. - Рівне: НУВГП, 2011. – 142 с.
5. Шаповал С. В. Конспект лекцій до вивчення дисципліни «Виробнича база будівництва» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво») / С. В. Шаповал, Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2013 – 83 с.
6. Назаренко І.І., Туманська О.В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації: Підручник. – К.: Вища шк., 2004. – 590 с.
7. Сівко В.Й., Поляченко В.А. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручник.- К.: ТОВ «АВЕГА», 2004.- 280 с.
8. Файнер М.Ш. Виробнича база будівництва: навч. посібник / М.Ш. Файнер.- Чернівці: Чернівецький нац. Ун-т, 2010.- 216 с.
9. Ратушняк Г.С. Вібросилова технологія формування декоративних бетонних виробів: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2007. – 161 с.
10. Волянський О.А. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2-х ч. – К.: Вища шк., 1994. – Ч. 1. Технологія бетону, 1994. - 271с.
11. Ущеров-Маршак О.В. Бетони та сухі будівельні суміші: тлумачний словник: начальний посібник / О.В. Ущеров-Маршак, К.В. Латорець. – Х.: Колорит, 2010. – 104 с.