

ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА

Лекція 1. Система забезпечення будівництва матеріально-технічними ресурсами.

- 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.

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

- 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.

Лекція 3. Підприємства по виробництву бетонних і асфальтобетонних сумішей і розчинів.

- 3.1. Основні відомості про бетон і будівельний розчин.
- 3.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.
- 3.3. Класифікація і склад підприємств.
- 3.4. Промислове виробництво сухих будівельних сумішей.
- 3.5. Виробництво асфальтобетону.

Лекція 4. Виробництво керамічних виробів.

- 4.1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів.
- 4.2. Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).
- 4.3. Основи технології керамічних матеріалів і виробів.
- 4.4. Загальна технологічна схема виготовлення керамічних виробів.

Лекція 5. Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій.

- 5.1. Арматурне виробництво.
- 5.2. Способи попереднього напруження.
- 5.3. Ущільнення бетонної суміші.
- 5.4. Доглядання за процесом твердіння.
- 5.5. Прискорення твердіння.
- 5.6. Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону.

Лекція 6. Виробництво металевих виробів та конструкцій.

- 6.1. Сталь та сфери її застосування.
- 6.2. Підприємства з виготовлення металевих конструкцій.
- 6.3. Технологічний процес виготовлення металевих конструкцій.

Лекція 7. Виробництво санітарно-технічних і електромонтажних заготовок, вузлів і виробів.

- 7.1. Виробництво вузлів трубопроводів.
- 7.2. Виробництво вузлів і заготовок для систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря.
- 7.3. Виробництво електромонтажних заготовок.

Лекція 1. Система забезпечення будівництва матеріально-технічними ресурсами.

- 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, теплопостачанням 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 (ДБН АЗ. 1.5-97).

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, пакетуванні 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 дільниці, 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;
- умовам 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 (силоси, 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;

$D_{зан}$ 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:

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

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:

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

де:

N – кількість бункерів, од;

$V_{бун}$ – 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.

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

де:

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

$P_{\text{тр}}$ – 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 2.5м при встановленні їх вздовж фронту розвантаження.

Ширину штабельного складу для зберігання конкретного матеріалу визначають за формулою:

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

де:

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 підряду.

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.

Контрольні запитання і завдання.

1. 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.

- 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 C_1 і C_2 .

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 C_1 і C_2 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:

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

де:

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

$П_{\text{годинна}}$ – 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).

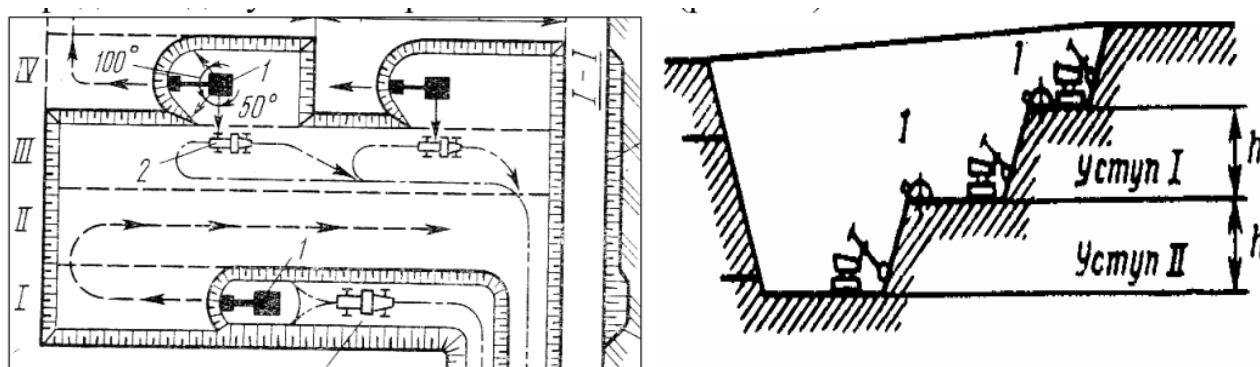


Рис. 2.1. Схема розробки кар'єру землерийними машинами: 1 - екскаватор в забої; 2 - автосамоскид.

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.

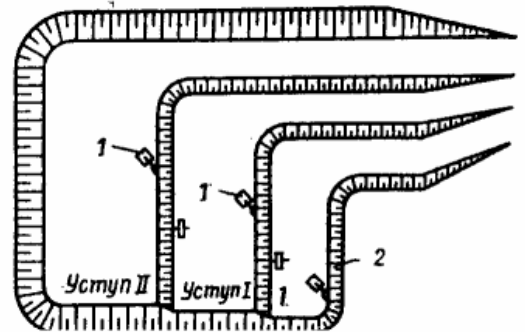
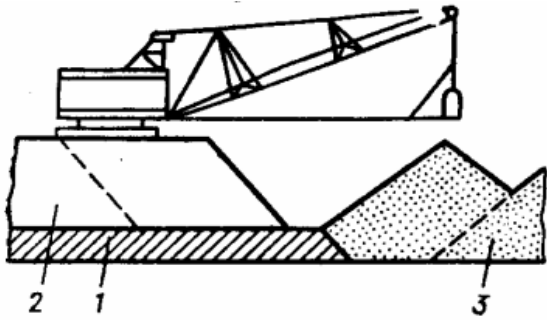


Рис. 2.2. Безтранспортна схема розробки кар'єру драглайном: 1 - корисна порода; 2 - пуста порода; 3 - відвал.

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. Розкриття 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 ємкістю 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).

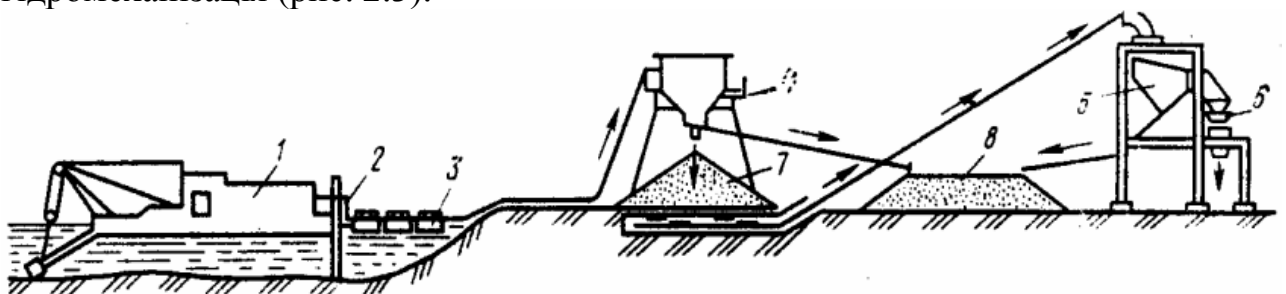


Рис. 2.3. Схема видобування піску на гідро-механізованому кар'єрі: 1 - земснаряд, 2 - пульпопровід, 3 - понтони, 4, 5 - грохоти-класифікатори, 6 - конвеєр, 7 - карта наміву піску, 8 - склад гравію.

В заплавах 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).

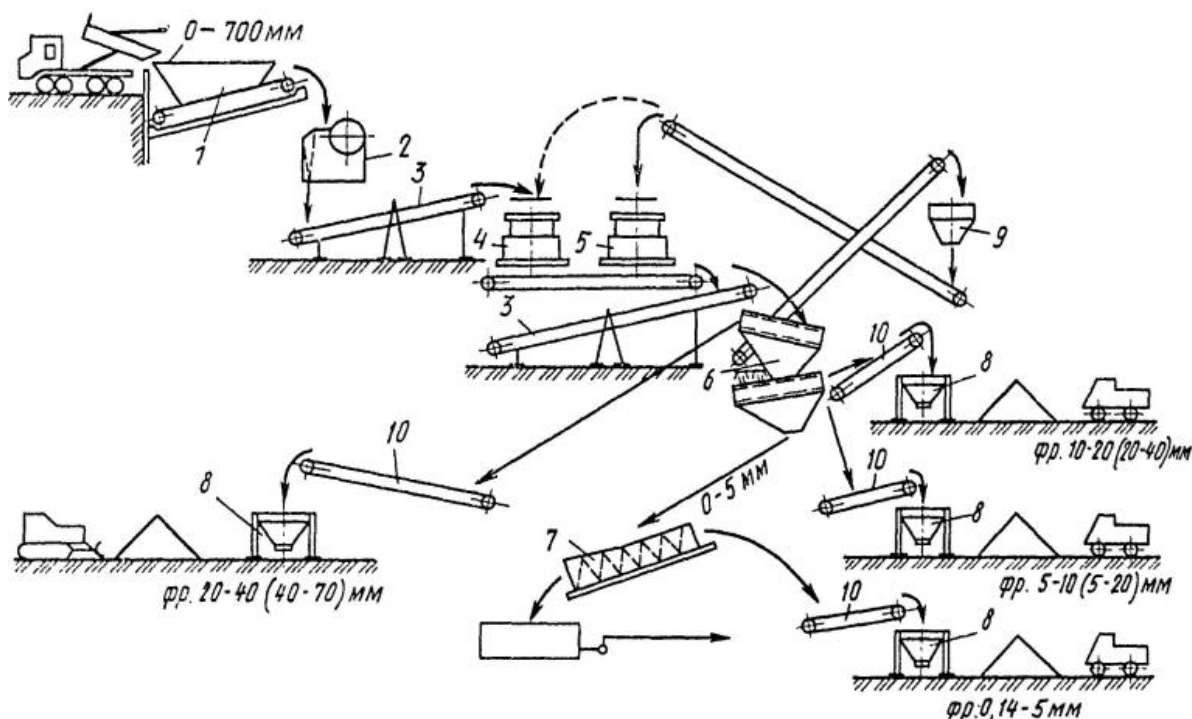


Рис. 2.4. Схема ланцюгу апаратів збірно-розбірної автоматизованої дробильної лінії по переробці вивержених порід 1 - бункер-підживлювач; 2 - дробарка крупного дроблення; 3 - стрічкові конвеєри; 4, 5 - дробарки середнього і дрібного дроблення; 6 - сортувальники; 7 - промивочний агрегат; 8, 9 - бункерні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

Переробка гравійно – піскових сумішей. В природних заляганнях піску і гравію, зустрічаються валуни, пилюваті та глинисті частинки. Валуні 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, гравіємиючих 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:

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 штабелеукладальники, підвісні канатні дороги. Ємність складів продукції приймають із розрахунку 7 – 15 добового запасу.

Запитання для контролю знань:

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. Підприємства по виробництву бетонних сумішей і розчинів.

- 3.1. Основні відомості про бетон і будівельний розчин.
- 3.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.
- 3.3. Класифікація і склад підприємств.
- 3.4. Промислове виробництво сухих будівельних сумішей.

3.1. 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 2500кг/м^3 ; **важкі** – більше 2200 і до 2500кг/м^3 ; **полегшені** – більше 1800 і до 2200кг/м^3 ; **легкі** – більш 500 і до 1800кг/м^3 і **особливо легкі** – до 500кг/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 верха 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/м^3 і більш і легкі щільністю менш 1500 кг/м^3 ;
- 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/см^2 , розрізняють такі марки: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 і 200. Межу міцності розчину визначають випробуванням на стиск кубів розмірами $70,7 \times 70,7 \times 70,7 \text{ мм}$ у віці 28 днів при температурі твердіння $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

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.

3.2. Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.

В'яжучі матеріали. Для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів використовують в'яжучі 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'яжучі 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'яжучими 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'яжуча 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 $1,8 \text{ г/см}^3$, 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 $1,8 \text{ г/см}^3$. 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/м^3 при розмірі

зерен від 5 до 40мм (щебінь, гравій) і не більш 1200 кг/м^3 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 $300-500 \text{ см}^2/\text{г}$, 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, сульфіди, 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.

3.3. Класифікація і склад підприємств.

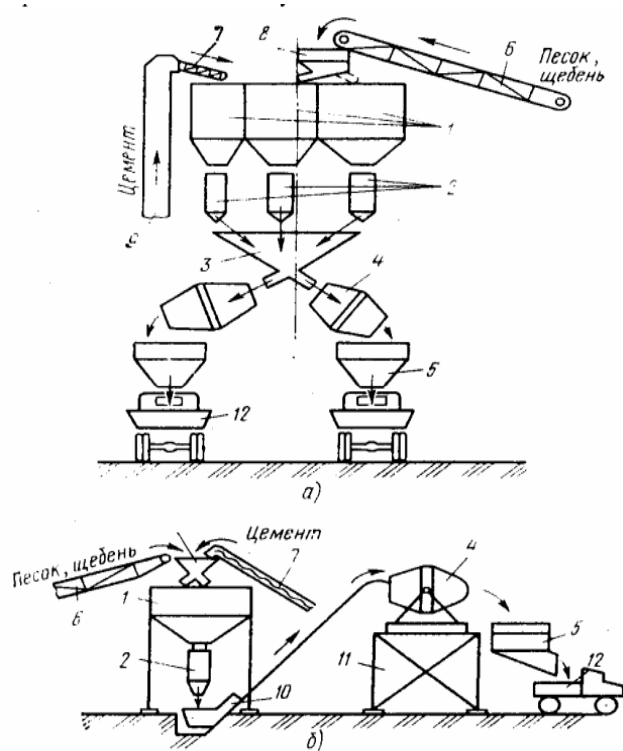
Бетонні суміші та будівельні розчини виготовляються централізованим способом на районних заводах або на приоб'єктних збірно-

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 автобетонозмішувачах (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. 3.1).



- 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. 3.1. Схема компонування 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:

$$P_6 = V_{\max} \times k \times n \times m \times \varphi;$$

де:

P_6 – 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. 3.2, 3.3).

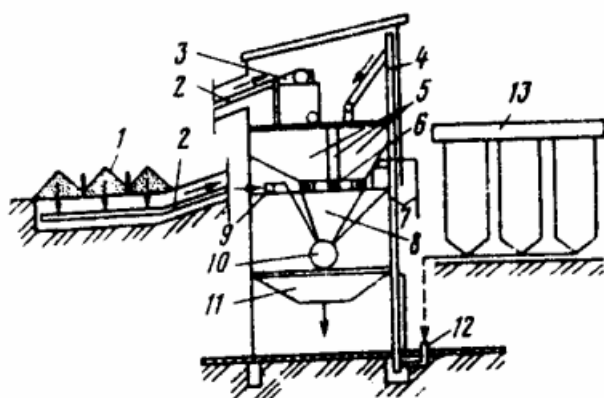


Рис. 3.2. Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні циклічної дії:

- 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 – аерожолоб;
- 13 – склад цементу.

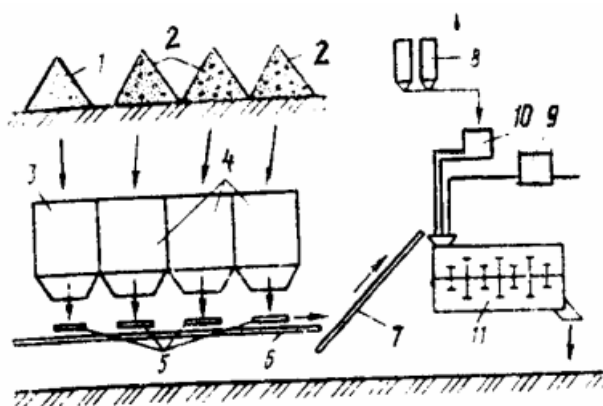


Рис. 3.3. Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні безперервної дії:

- 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. 3.4) або безперервних (рис. 3.5) гравітаційних чи примусової дії бетонозмішувачах.

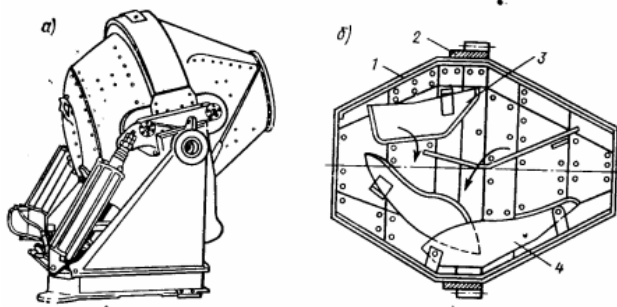


Рис. 3.4. Гравітаційний бетонозмішувач.

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

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

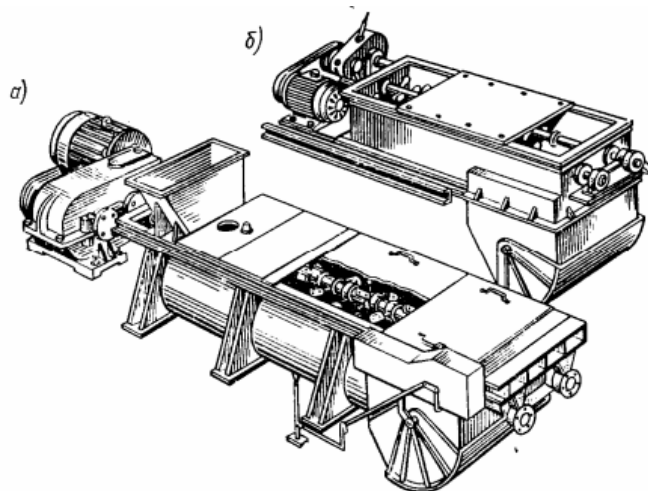


Рис. 3.5. Бетонозмішувачі з примусовим змішуванням безперервної дії:
а – установка С-780; б – установка С-548 Р.

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.

3.4. 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 машині 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 для контролю знань:

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 4. Виробництво керамічних виробів.

- 4.1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів.
- 4.2. Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).
- 4.3. Основи технології керамічних матеріалів і виробів.
- 4.4. 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.

4.1. 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 сушильні

властивості глини. 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).

4.2. 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 водонепроникливість, 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 глазурами, утворені у процесі випалювання. Барвниками в них є природні або штучні пігменти (наприклад, графіт-сірий, оксид заліза-коричневий, оксид хрому-зелений).

4.3. 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 (пластифікуючі, 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.

4.4. 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...40МПа. 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 для контролю знань:

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

Лекція 5. Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій.

- 5.1. Арматурне виробництво.
- 5.2. Способи попереднього напруження.
- 5.3. Ущільнення бетонної суміші.
- 5.4. Доглядання за процесом твердіння.
- 5.5. Прискорення твердіння.
- 5.6. 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 підйнятно-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: по характеру роботи на роботи періодичної і безупинної дії; по способі транспортування – з формами, що пересуваються по рейках чи роликам, 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. Раціональними 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 тім, що технологічні операції послідовно здійснюються на окремих робочих постах. Частину 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 широке 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 (касечно-конвеєрний спосіб виробництва). Ущільнення бетонної суміші виробляється за допомогою зовнішніх і глибинних вібробудувачів. Тепловологісна обробка здійснюється на місці за рахунок циркуляції пари усередині теплових відсіків касети.

При стендовому виробництві виробу формують у стаціонарних формах. Тепловологісна обробка бетону виробляється 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 начіпними чи глибинними вібробудувачами.

5.1. 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.

У 1999 р. набув чинності ДСТУ 3760-98 «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 дровою, прутковою, у вигляді дисперсних волокон гладкого або профільованого перетину.

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

Дисперсна арматура (фібра) застосовується круглого, квадратного, трапецеїдального та інших перерізів від 0,2 до 2мм і довжиною від 3 до 200мм. 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 поліпропіленою, поліетиленою, 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 12мм. 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 повздожніх прутків.

Закладні деталі виготовляють зі сталевих пластин або зі штампованих елементів. Для виготовлення закладних деталей використовують гарячекатану листову, смугову та фасонну сталь марок $C_{т3пс}$, $C_{т3сп}$. 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.

5.2. 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.

5.3. 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 поршнеvim 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, вакуумпресування, 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.

5.4. Доглядання за процесом твердіння.

Доглядання за бетоном полягає в забезпеченні належних температуро-вологісних умов структуроутворення. Заходи по догляданню за бетоном представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

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, тепловологе 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.

5.5. Прискорення твердіння.

Основні способи теплової обробки залізобетонних конструкцій представлені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

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. 5.1).

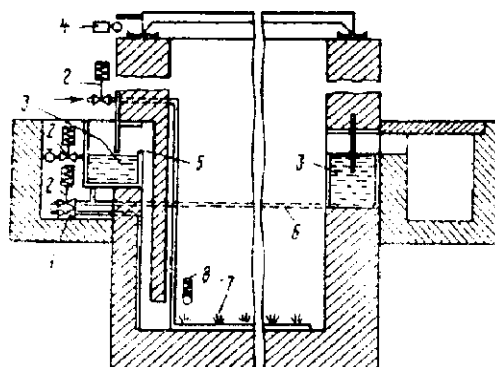


Рис. 5.1. - Камера пропарювання: 1 - вентиль для регулювання зливу води; 2 - електромагнітні клапани; 3 - водяні затвори; 4 - вимикач; 5 - повітряний зазор; 6 - з'єднувальна трубка, 7 - подавання пари у камеру; 8 - датчик температури.

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) нагрітого 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. 5.2).

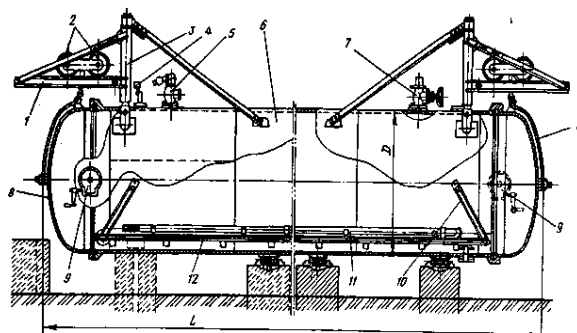


Рис. 5.2 - Автоклав: 1 - кронштейн; 2 - візок; 3 - стійка; 4 - манометр; 5 - клапан; 6 - металевий циліндр; 7 - штуцер із краном; 8 - кришка; 9 - лебідка; 10,11 - паропровід; 12 – рельси.

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 витримання;
- 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 «сходиною»: 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.

5.6. 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 2см 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 для контролю знань:

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?
9. Які способи ущільнення бетонної суміші Ви знаєте?

Лекція 6. Виробництво металевих виробів та конструкцій.

6.1. Сталь та сфери її застосування.

6.2. Підприємства з виготовлення металевих конструкцій.

6.3. Технологічний процес виготовлення металевих конструкцій.

6.1. 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 6.1 та 6.2.

Таблиця 6.1.

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 6.2.

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...210мм) застосовують для виготовлення арматури, скоб, болтів; квадратну (сторона квадрата 10...100мм) і штабову (завтовшки 12...20 мм) - для виготовлення в'язей, хомутів та бугелів.

Сталь листову (завдовжки 4...160мм) 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...1620мм. 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 профілевігинальних 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.

6.2. 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...15т, а в фарбувальних і зварювальних цехах – 20 т.

Технологічні схеми таких підприємств передбачають можливість збирання конструкцій на відкритих майданчиках, які обладнують козловими, 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 багатопверхових 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.

6.3. 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. 6.1 наведена принципова технологічна схема виготовлення сталевих конструкцій (балок, колон) в заводських умовах.

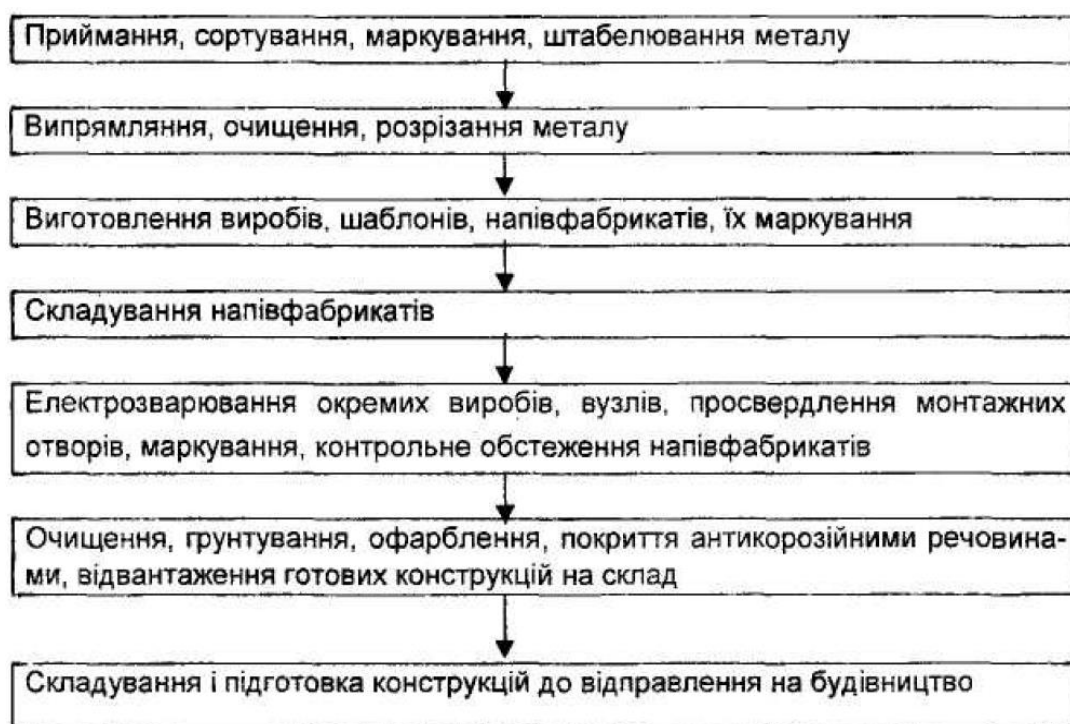


Рис.6.1. Схема виготовлення сталевих конструкцій в заводських умовах.

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, ґрунтують, 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 напруг, 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 крайків.

На гільйотинних ножицях розрізають листову сталь. Залежно від товщини листів (до 6, 10, 16 і 20мм) 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 гратчастих 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 6.3.

Галузь застосування електродів

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

Для зварювання високовуглецевих і легуваних 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 напівавтоматичному 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 напівавтоматичне 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 напівавтоматами марок ПШ.

При роботі напівавтоматом вручну зварювальник на початку зварювання повинен здійснювати рівномірні переміщення тримача по осі швів. Зварювальний дріт повинен виступати з мундштука тримача на 15...25мм, 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 для контролю знань:

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 7. Виробництво санітарно-технічних і електромонтажних заготовок, вузлів і виробів.

7.1. Виробництво вузлів трубопроводів.

7.2. Виробництво вузлів і заготовок для систем вентиляції, аспірації і кондиціонування повітря.

7.3. Виробництво електромонтажних заготовок.

7.1. 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. 7.1), електромонтажних заготовок, виробів і заготовок для вентиляційних систем, контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

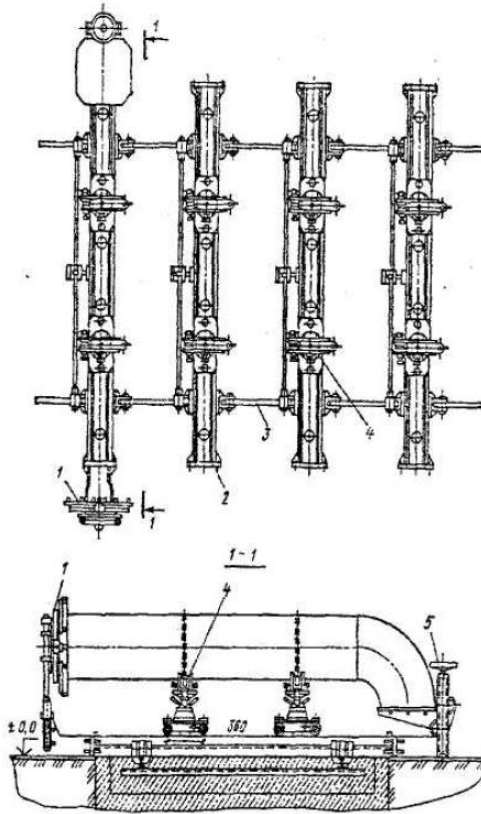


Рис. 7.1. Стенд для збирання елементів і вузлів трубопроводів $D=50\dots 500\text{мм}$: 1 – пристосування для збирання труб з фланцями; 2 – рухома балка; 3 – рейкові направляючі; 4 – каретка з висувними призмами і затискачами; 5 – стіл для збирання труб з відведеннями.

На підприємствах санітарно-технічних і вентиляційних монтажних заготовок виготовляють вузли систем центрального тепlopостачання, внутрішні системи водопроводів, каналізації, пристроїв для кондиціонування 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 транспортваних речовин; умов експлуатації трубопроводів.

Сталеві труби при виготовленні вузлів трубопроводів **з'єднують зварюванням, за допомогою фланців і різьблення.**

Зварні шви поділяють на однобічні 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 0,5мм для отворів діаметром від 14 до 26мм; 1,6мм для отворів діаметром від 30 до 48мм. 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 трубовозами 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 роликком 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 20мм: зменшення товщини стінки у зоні вигину 25..30% (залежно від радіуса вигину);
- овальність перерізу у зоні вигину - 8%; висота хвиль - 10мм, відхилення взаємного розташування прямих ділянок гнutoї труби - 1 мм на кожні 150 мм довжини труби.

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.

7.2. 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 повітрозабірні 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 діаметром 100...200мм виготовляють зі сталі товщиною 0,5мм; 250...460мм – 0,6 мм; 600...800мм – 0,7мм; 900... 1600мм – 1мм; 1800...2000мм – 1,4мм.

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 пилю 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 грунтують усередині і ззовні за один раз;
- умовно чистого з температурою більше 343 К – фарбують по заґрунтованій поверхні вогнестійкою фарбою ззовні один раз;
- вміщуючого пил – грунтують 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 1,5мм застосовують ножиці ВМС 101. Для криволінійного розрізання листового металу товщиною до 2,7мм застосовують ручні ножиці ІЕ-5402, С-440 і С-424. Прямолінійне розрізання металу товщиною до 6мм і шириною листа до 2500мм 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, відбортування 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.

7.3. 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 потоковості і комплексної механізації.

На підприємствах монтажних заготовок контрольно-вимірвальних 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 трубнозаготовчі 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 та завдання для самоконтролю:

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?