

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**С. В. Шаповал**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

# **ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА**

*(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання напряму  
підготовки 6.060101 - «Будівництво»)*

**Харків – ХНУМГ – 2013**

**Шаповал С. В.** Конспект лекцій до вивчення дисципліни «Виробнича база будівництва» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060101 — «Будівництво») / С. В. Шаповал, Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Х.: ХНУМГ, 2013 — 83 с.

Автор: к.т.н., доц. С. В. Шаповал

Конспект лекцій складений за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу

Рецензент: О. В. Кондращенко

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 6 від 18.01.12 р.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Тема 1. Характеристика будівельної індустрії</b> .....	5
1.1 Задачі курсу.....	5
1.2 Склад, класифікація і місце підприємств будівельної індустрії у будівельному комплексі.....	5
1.3 Перспективи розвитку галузі. Екологічна характеристика технології.....	7
1.4 Економічні проблеми і тенденції розвитку. Особливості розташування виробничої бази будівництва.....	8
1.5 Технологічні схеми і виробнича структура промислових підприємств.....	9
1.5.1 Вибір технологічного обладнання.....	10
1.5.2 Виробнича структура промислового підприємства.....	11
1.5.3 Склад виробничого процесу.....	12
<b>Тема 2. Виробництво будівельних сумішей, бетонних, залізобетонних та керамічних виробів</b> .....	15
2.1 Підприємства виробничої бази з видобування та переробки нерудних будівельних матеріалів.....	15
2.1.1 Класифікація родовищ та підприємств.....	18
2.1.2 Кар'єри нерудних матеріалів.....	19
2.2 Переробка каміння і гравійно-піскової суміші.....	21
2.3 Склади нерудних матеріалів.....	24
2.4 Підприємства по виробництву бетонних і асфальтобетонних сумішей і розчинів.....	25
2.4.1 Основні відомості про бетон і будівельний розчин.....	25
2.4.2 Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.....	27
2.4.3 Класифікація і склад підприємств.....	29
2.4.4 Промислове виробництво сухих будівельних сумішей.....	32
2.4.5 Виробництво асфальтобетону.....	42
2.5 Виробництво керамічних виробів.....	44
2.5.1 Сировина для виробництва керамічних матеріалів.....	44
2.5.2 Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби).....	45
2.5.3 Основи технології керамічних матеріалів і виробів.....	45
2.5.4 Загальна технологічна схема виготовлення керамічних виробів.....	46
2.5.5 Виробництво керамзиту.....	46
2.6 Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій з важких бетонів.....	48
2.6.1 Арматурне виробництво.....	49
2.6.2 Способи попереднього напруження.....	51
2.6.3 Ущільнення бетонної суміші.....	51
2.6.4 Доглядання за процесом твердіння.....	52
2.6.5 Прискорення твердіння.....	53
2.6.6 Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону.....	55
<b>Тема 3. Виробництво металевих, санітарно та електротехнічних і столярних виробів</b> .....	56
3.1 Основи технології і організації виробництва металевих виробів.....	56
3.1.1 Чорні метали та сплави й матеріали на їхній основі.....	56
3.1.2 Кольорові метали та сплави й матеріали на їхній основі.....	57
3.1.3 Виготовлення металевих виробів і конструкцій.....	58
3.2 Основи технології і організації виробництва монтажних санітарно- і електротехнічних заготовок, вузлів і деталей.....	65
3.3 Основи технології і організації виробництва столярних виробів.....	69
<b>Тема 4. Охорона праці, техніка безпеки і виробнича санітарія.</b> Екологія виробництва будівельних матеріалів, конструкцій та виробів.....	75
4.1 Вимоги з охорони праці.....	75
4.2 Основні джерела антропогенного забруднення навколишнього середовища. Характер забруднення.....	77
4.3 Види забруднювачів.....	79
4.4 Вплив забруднювачів на здоров'я людини.....	80
4.5 Засоби боротьби зі шкідливим впливом на довкілля.....	80
<b>Список джерел</b> .....	82

## ВСТУП

Проблема підвищення загального рівня якості будівництва безпосередньо пов'язана з поліпшенням якості будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, впровадженням широкого асортименту нових ефективних матеріалів, які в повній мірі відповідають сучасним вимогам. Будівельні матеріали багато в чому визначають можливості виробничої бази будівництва та її перспективи. Дисципліна вивчає організацію та основи технології виробництва будівельних матеріалів, конструкцій та деталей. Кожний фахівець для того, щоб керувати підприємством, аналізувати його господарську діяльність, визначати економічну доцільність від впровадження в виробництво нових технологічних розробок, винаходів тощо повинен знати основи технології.

Мета даного навчального посібника – дати студентам основи знань про сировину, технологічні процеси і операції; ознайомити з сучасними способами видобування і переробки сировини з метою отримання продукції, яка відповідає вимогам споживача та нормативних документів.

У посібнику розглянуто різні підприємства будівельної індустрії з точки зору їх розташування у межах міста або приміської території, забезпечення їх сировиною, транспортом, обладнанням. Отримання будівельних матеріалів високої якості значною мірою залежить від технології їх виготовлення і тих машин і устаткування, які використовуються у технологічних схемах виробництва. Ринкові відносини вимагають від майбутніх фахівців галузі вільно орієнтуватися в розмаїтті машин і технологій. Тому студент має досконало орієнтуватися у техніко-експлуатаційних можливостях тієї чи іншої машини, знати конструктивні й технологічні параметри машин.

У сучасних умовах спостерігається тенденція до розширення виробництва виробів, що забезпечують зниження трудовитрат, металомісткості й вартості в будівництві, збільшення обсягів випуску залізобетонних, металевих і дерев'яних клеєних конструкцій, впровадження енергозберігаючих технологій у виробництві цементу, вапна, скла.

Технологічний прогрес у будівництві може бути забезпечений через задоволення потреб у бетонних і залізобетонних конструкціях, що, в свою чергу, потребує різкого збільшення обсягів випуску цементу, у тому числі марки М500 і вище, а також швидкотверднучих, декоративних з підвищеною фарбостійкістю та спеціальних видів цементу.

Студенти повинні набути досвід розробки технологічних схем і вибору способу виробництва, розрахунку матеріального балансу, об'єму складів і вирішення інших питань.

Для успішного засвоєння курсу потрібні глибокі знання у галузі будівельного матеріалознавства, планування міст, будівельної техніки, технологій будівельного виробництва.

# ТЕМА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ

## 1.1 Задачі курсу

Метою викладання дисципліни є підготовка фахівців, які знають основи технології та організації виробництва будівельних матеріалів, конструкцій і виробів, вміють найдоцільніше використати можливості виробничої бази в умовах конкретного будівництва.

Перед дисципліною висунуто такі задачі:

- вивчити основи технології та організації виробництва будівельних матеріалів, конструкцій і виробів;
- вказати напрямки розвитку виробничої бази будівництва;
- навчити по техніко-економічним показникам виконувати вибір технологічних схем, сировинних матеріалів і обладнання.

Предмет вивчення – підприємства будівельної індустрії.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен оволодіти вміннями та знаннями:

1. Використовуючи стандартні методики, проводити аналіз і розрахунок економічних показників діяльності підприємства;
2. Аналізувати і планувати обсяг випуску (реалізації) продукції, її асортимент (номенклатуру) на середньостроковий період;
3. Визначивши ефективність використання ресурсів на основі стандартних методик, обґрунтувати шляхи їх економії;
5. Використовуючи нормативно-технічну документацію, визначати потребу у матеріальних, трудових та фінансових ресурсах, необхідних для поточної діяльності;
6. Оцінювати джерела забезпечення організації всіма видами ресурсів. За допомогою стандартів підтримувати належний рівень якості продукції, захищати споживача від дефектної продукції, аналізувати причини рекламаций і запобігати їх виникненню;
7. Вивчаючи споживчі якості продукції конкурентів, здійснювати заходи з підвищення конкурентоспроможності продукції;
8. Проводити інструктування підлеглих з техніки безпеки;
9. Використовуючи норми природоохоронного законодавства, контролювати стан навколишнього середовища, захист довкілля від забруднення.

## 1.2 Склад, класифікація і місце підприємств будівельної індустрії у будівельному комплексі

**Сучасний будівельний комплекс** – це розвинута система будівельно-монтажних організацій, промислових підприємств з виробництва матеріалів і виробів, а також закладів з обслуговування техніки, проектно-дослідних інститутів і організацій з підготовки фахівців.

В системі **матеріально-технічної бази** виділяються три ланки:

- а) **будівельно – монтажна ланка** включає будівельно – монтажні організації, що безпосередньо здійснюють будівництво різноманітних об'єктів;
- б) **промислово – виробнича ланка** (база будівельної індустрії) забезпечує будівельно – монтажну ланку будівельними виробами та конструкціями, що споживаються будівництвом;

в) *інфраструктурна ланка* (допоміжна база) забезпечує взаємодію і нормальну роботу будівельно – монтажної та промислово виробничо – промислової ланок. До неї входять в основному підприємства, що надають ті чи інші технічні послуги. Це підприємства з обслуговування та ремонту будівельних машин, стаціонарні і пересувні виробничі установки, енергетичні і складські господарства будівельних організацій, будівельні лабораторії та науково-дослідні організації, транспортні фірми, організації, що забезпечують виробничо-технологічну комплектацію матеріалів і конструкцій, посередники у придбанні матеріалів, тимчасові поселення робітників, що створюють для них нормальні соціально-побутові умови, компанії, що займаються пошуком, підготовкою і перепідготовкою кадрів, тощо.

До виробничої бази будівництва відносяться підприємства промисловості будівельних матеріалів:

- які випускають вироби і конструкції зі збірного залізобетону, бетону;
- що випускають цеглу, легко бетонні та чарунково-бетонні блоки;
- заводи з випуску цементу, багатокомпонентного цементу, інших в'язучих та сухих сумішей;
- з випуску лицювальних матеріалів на основі бетону, кераміки, природного і штучного каміння, теплоізоляційних матеріалів;
- з випуску полімерних матеріалів-екологічних і довговічних покриттів підлог, нових видів герметиків, пінопластів, труб, тощо;
- з випуску багатокольорових керамічних підлогових плиток, санітарно-керамічних виробів;
- з випуску легких виробів зі сталевого і алюмінієвого профілю;
- підприємства з виробництва покрівельних матеріалів: черепиці, азбестоцементних плиток та шиферу, рулонних матеріалів як традиційних, так і на основі еластомерних композицій;
- кар'єри з видобування щебеню, піску, гравію, промивочно – сортувальні заводи;
- розчино-бетонні та асфальтобетонні вузли, цехи та майстерні з виготовлення опалубки та арматури і багато іншого.

Підприємства будівельної індустрії можуть обслуговувати окреме будівництво, або значні території, що охоплюють велику кількість будов. Деякі підприємства (частіше всього виробники сантехнічного обладнання, оздоблювальних матеріалів, фарб, тощо) можуть обслуговувати будівництва незалежно від місця їхнього знаходження, у тому числі і за межами країни. Будівництво підприємств промислово-виробничої ланки являє собою промислове будівництво, для якого здійснюються інженерні вишукування, складається проект, ведуться БМР, виконуються пусконаладжувальні роботи. Об'єкти як промислово-виробничої, так і інфраструктурної ланки можуть бути як постійними і тимчасовими. Останні зводяться, коли не передбачається їх нормальна експлуатація після закінчення будівництва. По можливості тимчасові об'єкти повинні бути інвентарними, збірно-розбірними, іншими словами передбачається їх багаторазове використання.

### **1.3 Перспективи розвитку галузі. Екологічна характеристика технології**

Розвиток виробничої бази будівництва здійснюється за напрямками:

1. Технічне переозброєння, реконструкція діючих підприємств;
2. Виробництво ефективних будівельних матеріалів і конструкцій;
3. Комплексне використання місцевих сировинних матеріалів і відходів промислового виробництва;
4. Застосування при будівництві підприємств уніфікованих конструкцій, типових проектів;
5. Розробка ощадливих технологічних процесів, застосування високопродуктивних машин і устаткування.

У виробництві основне значення для отримання максимально високих результатів має використання досконалої техніки, наукоємних технологій.

Сучасні машини зі швидкодіючою механікою та сенсорикою, з сучасними методами управління процесом забезпечують більш ефективну реалізацію процесів ніж раніше. З'явилися машини з інтелектом і системами, які не допускають помилки. Створені системи, які здатні самооптимізуватися.

Мініатюризація технічних компонентів виступає як новий напрям розвитку науки і техніки. Раніше такі технології використовувалися лише в мікроелектроніці.

Інтенсифікація реалізації „високих” технологій можлива лише за умови накопичення наукоємності, знань суттєвості робочих процесів, засобів виробництва, систем діагностики і забезпечення надійності, використання віртуальної, структурної та параметричної оптимізації на базі математичного системно-теоретичного комп'ютерного моделювання.

У процесі виробництва продукції виникають втрати – матеріальні, енергетичні, часу. Кількість використаної сировини завжди перевищує масу отриманої продукції.

З точки зору екології пріоритет належить виробничій діяльності суспільства (технологія, транспорт, побут), що забезпечує найвищу потужність при найменших витратах сировини, енергії, часу на одиницю потрібного суспільству продукту.

Як екологічна характеристика технології (Е.Х.Т.) приймається

$$E.X.T. = \frac{\text{маса продукту}}{\text{витрати сировини}} + \frac{\text{корисні витрати енергії}}{\text{фактичні витрати енергії}} + \frac{\text{необхідний час}}{\text{фактичні витрати часу}}$$

Значення першої складової Е.Х.Т. – матеріалоемність визначається якісними характеристиками сировини і залежить від вмісту в ній води, вуглецю, сірки та інших компонентів, що знищуються у процесі виробництва, а також механічними втратами сировини і готового продукту (порох, брак, відходи формування та ін.). Механічні втрати характеризують рівень організації виробництва і ними також можна керувати. Вміст газової складової для конкретної сировини є постійною характеристикою, що суттєво впливає на атмосферу. Тому, вибираючи сировину, треба брати до уваги, що техногенна сировина (попіл, шлаки, шлами і хвости збагачення кам'яних матеріалів).

Чисельник другої складової Е.Х.Т. – величина постійна і відповідає теоретичним витратам енергії. Знаменник характеризує рівень організації енергетичного господарства конкретного підприємства.

Третя складова – час – характеризує загальний рівень технічної культури виробництва, має також економічне значення, тому що скорочення часу сприяє обертанню грошових коштів і зменшенню накладних витрат. Значення Е.Х.Т. менше 3, але чим більше таке значення, тим досконаліше технологія, вище організація виробництва і менше екологічні проблеми.

Із сказаного випливає пріоритетне значення техногенної сировини, вільної від газової складової, на отримання якої вже витрачені сировина (природна), енергія і час.

Для більш повної екологічної характеристики, крім основних техніко-економічних показників, треба визначити вміст радіоактивних, канцерогенних та інших небезпечних для здоров'я людини домішок. Вміст таких речовин обмежений міжнародними нормами й правилами.

#### ***1.4 Економічні проблеми і тенденції розвитку. Особливості розташування виробничої бази будівництва***

Головними умовами, які впливають на економічну доцільність і технічну необхідність організації або реконструкції та розширення ВББ в економічному районі, є плани капітального будівництва, обсяги та спрямованість капітальних вкладень. Крім цього, враховуються можливості отримання необхідних матеріалів, конструкцій і деталей на діючих підприємствах, що працюють в даному районі або у сусідніх з ним, розмір транспортних витрат, а також технічні вимоги.

Головною задачею є досягнення найбільшої зручності використання таких підприємств при мінімальних витратах на їх зведення і наступну експлуатацію.

Підприємства, що обслуговують будівельні організації незалежно від їх віддаленості, повинні проектуватися на основі вивчення стану і тенденції розвитку всієї будівельної галузі з точки зору попиту на їхню продукцію.

Підприємства, що обслуговують конкретний район з багатьма будівельними майданчиками, повинні випускати продукцію і мати потужності, що відповідають потребам цього району. Їх розташування повинно вибиратися виходячи з усього комплексу умов, що склалися. На раціональне розміщення промислових підприємств впливають такі фактори: наявність матеріально-сировинних ресурсів і сприятливих умов для їхнього видобутку і переробки; наявна паливно-енергетична база чи сприятливі умови для її створення, наявність транспортних зв'язків, що забезпечують перевезення сировини, матеріалів і готових виробів; наявність підрядних організацій, здатних у встановлений термін побудувати заплановані підприємства; наявність трудових ресурсів, що вимагаються для роботи на створюваних підприємствах, наявний житловий і культурний фонд. Кар'єри піску, гравію, щебеню, глини для цегельних заводів розташовуються в місцях залягання цих матеріалів, а підприємства з випуску напівфабрикатів (у тому числі розчину, бетону), виробів і конструкцій – поблизу місць основного споживання. У будь-якому



випадку об'єкти промислово–виробничої і інфраструктурної ланки бажано розташовувати поблизу існуючих або тих, що проектуються транспортних магістралей, ліній електропередач, населених пунктів. Об'єкти інфраструктурної ланки проектується виходячи з потреб будівельного виробництва. Вихідними даними для проектування є результати розрахунків загальних потреб у машинах, механізмах, запасах матеріалів. Існують норми необхідних площ на одиницю об'єму кожного виду матеріалів, на одну автомашину, на один конкретний механізм, тощо. Розрахунки тимчасових комунікацій, виконуються виходячи норм витрат конкретних ресурсів – води, тепла, електроенергії та ін. на кожний об'єкт споживання.

### ***1.5 Технологічні схеми і виробнича структура промислових підприємств***

Проектування підприємства починається з побудови технологічної схеми виробництва.

**Якісна схема** встановлює склад процесів і порядок їх виконання, дає можливість встановити вид потрібного обладнання і умови його компонування.

**Кількісна схема** дозволяє визначити кількість сировини (по кожній ділянці), потрібної для випуску заданого обсягу продукції.

Виробнича потужність підприємства – максимально можлива кількість продукції у встановленій номенклатурі, яка повинна бути вироблена за певний період часу (місяць, квартал, рік) за умови повного використання виробничого обладнання і площ, впровадження прогресивної технології та наукових методів організації й управління виробництвом.

Першим етапом багатьох технологічних схем є переробка сировини.

Раціональний вибір технологічної схеми виробництва будь-якої продукції залежить від номенклатури виробів, які планується виготовляти на підприємстві. Остаточне рішення приймається на основі техніко-економічного аналізу та оцінки розглянутих технологічних схем.

Для порівнювальної техніко-економічної оцінки технологічних схем виробництва і вибору оптимального варіанта прийнята така система показників:

1) основні:

- а) потужність підприємства;
- б) собівартість продукції;
- в) витрати праці основних робітників;
- г) капіталовкладення на  $1\text{ м}^3$  продукції;

2) допоміжні:

- а) витрати пари на обробку виробів;
- б) витрати електроенергії на технологічні потреби;
- в) металоємність технологічного обладнання;
- г) інші витрати.

Порівнюючи технологічні схеми, треба розглянути роботу технологічних (виробничих) ліній цехів окремо, не враховуючи впливу інших підрозділів підприємства, а також факторів організаційного характеру.

### ***1.5.1 Вибір технологічного обладнання***

На основі технологічних схем і з урахуванням заданої потужності підприємства вибирають технологічне та інше обладнання, визначають їхню кількість і режим роботи. Технологічні схеми супроводжуються пояснювальною запискою, де наводяться опис технологічних та інших процесів, характеристика сировини, необхідна рецептура для виготовлення продукції, умови зберігання сировини і готової продукції, а також технічні характеристики вибраного обладнання.

Обладнання буває:

1. технологічне, що використовується для виробництва продукції шляхом переробки (обробки) сировини і напівфабрикатів (бетонозмішувачі, дробарки, пилорами та ін.);
2. енергетичне, що забезпечує виробництво необхідними видами енергії (пересувні електростанції, компресорні установки та ін.);
3. підйомно-транспортне, що забезпечує переміщення сировини, напівфабрикатів і готових виробів на території підприємства (транспортери стрічкові, вагонетки, шнеки та ін.);
4. вантажно-розвантажувальне, що забезпечує розвантаження сировини, напівфабрикатів і завантаження готової продукції на складах підприємства (крани);
5. допоміжне (бункера, дозатори та ін.).

Типорозміри машин і обладнання вибирають з урахуванням того, що вони повинні відповідати характеру технологічних операцій, забезпечувати повне використання їх потужності та виробництво продукції з низькою за даних умов собівартістю і трудоемкістю. Робота вибраних машин, як правило, повинна бути організована в дві зміни. Треба повніше використовувати можливості автоматизації, комплексної механізації та потокової організації виробництва. Вибір обладнання необхідно починати з машини або групи машин, що виконують основний технологічний процес. Наприклад, для бетонних заводів це бетонозмішувачі, для підприємств з переробки кам'яних матеріалів – дробарки, для будівельного виробництва – крани та ін.

Типи і марки машин та обладнання вибирають за каталогами та іншими довідниками.

Кількість машин і обладнання визначається залежно від встановленої потужності підприємства і номенклатури продукції. При цьому треба віддавати перевагу більш потужному обладнанню, що дозволить зменшити кількість однотипних машин, спростити технологічну схему підприємства, скоротити кількість обслуговуючого персоналу, розміри капіталовкладень, а також експлуатаційні витрати. Враховуючи можливі витрати часу на переналадку і ремонт обладнання, необхідно передбачити резервні машини.

Остаточний вибір машин здійснюють на підставі порівняння відповідних техніко-економічних показників їх роботи.

Для удосконалення виробництва особливе значення має конструювання нової техніки, реконструкція і модернізація підприємства.

Під ефективністю нової техніки розуміють співвідношення результатів від її використання при експлуатації та витрат на її створення і впровадження.

Результати виражають технічну, економічну або соціальну сутність і мають різні одиниці виміру, які не завжди узгоджуються з вимірюванням витрат.

Витрати характеризують різні види ресурсів, що витрачаються на виробництво і експлуатацію виробів. До витрат відносять працю виробників і споживачів, сировину, паливо, напівфабрикати, інформаційні та програмні засоби, запасні частини для ремонту і т. ін.

Існує три основних різновиди корисного ефекту, які здійснюють технічні об'єкти в сфері їх безпосереднього використання за призначенням: технічний, економічний, соціальний.

**Технічний ефект** характеризує технічну користь об'єкта техніки згідно з його призначенням і оцінюється у технічних одиницях виміру. Види показників, через які виражається технічний ефект, визначаються характером і призначенням виробів. Ці показники поділяються на дві групи: експлуатаційні та конструкційні.

Експлуатаційні показники характеризують споживацькі властивості виробів, можливість і ступінь їх реалізації (надійність, економічність та ін.). Наприклад, для обладнання заводів, будівельних машин основний показник технічного ефекту – продуктивність, для транспортних засобів – обсяг вантажних або пасажирських перевезень.

Конструктивні показники характеризують склад, будову, габарити виробів, технологічність, новизну і складність їх конструктивного виконання, вплив прийнятих технічних рішень на скорочення термінів розробки і технологічної підготовки виробництва.

**Економічний ефект** визначається як економія, що отримується при впровадженні результатів розробки і оцінюється в грошових одиницях виміру, одиницях часу або одиницях, що використовуються для виміру окремих видів ресурсів (матеріальних, енергетичних і т. ін.).

**Соціальний ефект** характеризує соціальну корисність об'єкта і не може оцінюватися кількісно. Соціальний ефект виявляється у сферах праці та життєдіяльності людей і оцінюється за ступенем задоволення їх соціальних потреб за рахунок економії вільного часу, підвищення якості послуг і т. ін.

Заміна існуючої технологічної бази на більш досконалу призводить до значних витрат, які відбиваються на економічних показниках. Переобладнання спричиняє підвищення собівартості продукції. Але якщо модернізація сприяє підвищенню продуктивності праці, витрати на модернізацію окупаються.

Багаторазове переобладнання не забезпечує високої ефективності виробництва, тому що після кожної модернізації з технологічного процесу виключається обладнання, яке має значну залишкову цінність.

### **1.5.2 Виробнича структура промислового підприємства**

Виробнича структура промислового підприємства – це склад його виробничих підрозділів (цехів, дільниць, служб), їх кількість і форми зв'язку. На виробничу структуру підприємства впливають характер продукції та технологія її виготовлення, масштаби виробництва, форми кооперації з іншими

виробниками. Матеріально–технічне забезпечення будівництва охоплює наступні сфери діяльності:

- систему постачання будівництва матеріалами, конструкціями, виробами;
- виробничо – технологічну комплектацію (вибір послідовності поставок);
- складування і зберігання матеріалів і виробів;
- інструментальне господарство та служба технологічного оснащення;
- ремонтно – механічні служби;
- транспортне господарство.

Цех є основною виробничою структурною одиницею підприємства. Цехи поділяються на основні, допоміжні, обслуговуючі.

В основних цехах переробляють сировину, напівфабрикати та інші матеріали в продукцію підприємства. У допоміжних цехах ремонтують технологічне, енергетичне, транспортне та інше обладнання, виготовляють спеціальне оснащення. Обслуговуючі цехи організують роботу транспорту, вантажно-розвантажувальні роботи, зберігання на складах сировини, напівфабрикатів і готової продукції, забезпечення підприємства електроенергією, паром, водою. В побічних цехах виготовляють продукцію широкого вжитку.

Первинним виробничим елементом цеху є робоче місце – частина виробничої площі, де робітник або група робітників виконують окремі операції, пов'язані з виготовленням продукції.

Окрім цехів до складу підприємства входять склади сировини, напівфабрикатів, готової продукції, універсальні склади матеріально-технічного забезпечення, підрозділи адміністративно-господарської служби.

Проектування складів залежить від номенклатури матеріалів, що підлягають збереженню, розрахункового добового вантажопотоку відпустки матеріалів зі складу, графіка роботи зовнішнього транспорту і характеристики транспортних засобів.

Тип складу вибирають з урахуванням місцевих умов, характеру складованого матеріалу і виду транспорту. Загальний запас матеріалів, що підлягає збереженню, складається з поточного, гарантійного, технологічного і сезонного запасів.

*Поточний запас* забезпечує безперебійну роботу підприємства у період між двома суміжними постачаннями.

*Гарантійний запас* створюється на випадок відхилення в термінах постачання матеріалів.

*Сезонні запаси* необхідні на підприємствах, розташованих у віддалених важкодоступних районах.

Важливою складовою частиною підприємства є внутрішній транспорт із необхідними пристроями для його нормальної експлуатації (гараж, депо, вантажно-розвантажувальні майданчики).

### **1.5.3 Склад виробничого процесу**

В основі діяльності кожного підприємства лежить виробничий процес, який складається з технологічних, допоміжних і природних процесів. Технологічний процес забезпечує отримання готової продукції завдяки послідовній зміні форми або стану сировини і складається з окремих операцій,

для виконання яких необхідно спеціальне обладнання, інструмент, особливе місце і робітники. Допоміжні процеси пов'язані з обслуговуванням основного технологічного процесу.

Природні процеси здійснюються поряд з основними і допоміжними, але не потребують використання праці (наприклад, сушіння деревини або цегли-сирця).

У технологічній системі найважливіша роль відводиться робочому процесу, який повинен забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробів.

Перевага надається стійким і надійним робочим процесам, в яких ефективно використовуються фізичні, хімічні, електрохімічні та інші явища у поєднанні зі спеціальними властивостями інструментів, технологічного середовища, наприклад, іонопроменева обробка або синтезування речовин.

Оптимізація робочих процесів проводиться з метою мінімізації енергетичних і матеріальних витрат, трудовитрат, собівартості продукції.

В основі виробничого процесу лежить технологічний цикл – календарний період часу, протягом якого даний предмет праці проходить усі стадії обробки.

Технологічний цикл складається з робочого періоду і перерв.

Тривалість технологічного циклу

$$T_{\text{тех.у.}} = t_{\text{тех.о.}} + t_{\text{п.з.о.}} + t_{\text{к.о.}} + t_{\text{тр.о.}} + t_{\text{пер.}}$$

де  $t_{\text{тех.о.}}$  - тривалість технологічних операцій;  $t_{\text{п.з.о.}}$  - час підготовчо-заклучних операцій;  $t_{\text{тр.о.}}$  - тривалість транспортних операцій;  $t_{\text{к.о.}}$  - тривалість контрольних операцій;  $t_{\text{пер.}}$  - перерви між змінами, обідні, технологічні.

Використовують послідовне, паралельне або поточне переміщення предметів праці при виготовленні продукції. При послідовному переміщенні предметів праці кожна наступна операція починається тільки після закінчення обробки всієї партії виробів на попередній операції. Тривалість виготовлення партії виробів при цьому

$$T_{\text{пос.}} = \sum_{i=1}^m t \times n_{\text{вир.}}$$

де  $\sum_{i=1}^m t$  - тривалість виготовлення одного виробу;  $n_{\text{вир.}}$  - кількість виробів у партії.

При паралельному переміщенні предметів праці наступна операція з виготовлення одного виробу починається після закінчення попередньої операції. Її тривалість

$$T_{\text{парал.}} = \sum_{i=1}^m t + t_{\text{найдовш.о.}} (n_{\text{вир.}} - 1),$$

де  $t_{\text{найдовш.о.}}$  - тривалість найдовшої операції.

При поточному переміщенні предметів праці наступні операції починаються раніше, ніж закінчується виготовлення усієї партії на попередній операції. Тривалість процесу при цьому

$$T_{\text{поточн.}} = \sum_{i=1}^m t + t_{\text{o.o.}} (n_{\text{вир.}} - 1) + \sum t_{\text{c.}},$$

де  $t_{\text{o.o.}}$  - тривалість останньої операції;  $\sum t_{\text{c.}}$  - сумарна тривалість суміщення операцій одна відносно одної:

$$\sum t_{\text{c.}} = (t_{\text{поперед.}} - t_{\text{o.o.}})(n_{\text{вир.}} - 1),$$

де  $t_{\text{поперед.}}$  - тривалість попередньої операції, яка потребує найбільше часу;  $t_{\text{o.o.}}$  - тривалість наступної операції, яка вимагає найменше часу.

Для раціональної організації технологічного процесу велике значення має правильне розташування обладнання і машин у цеху. Розміщення обладнання виконується згідно з прийнятою технологічною схемою і повинно забезпечувати найбільш раціональне виконання операцій і процесів. Довжина виробничих шляхів, енергетичних та інших комунікацій має бути найменшою. Шляхи не повинні перехрещуватися в одній площині. Для зменшення витрат праці, спрощення і зменшення собівартості необхідно використовувати гравітаційні сили, для чого початковий пункт обробки сировини слід розміщувати вище останнього. При розміщенні обладнання в цехах треба передбачити необхідні розриви між окремими машинами, а також резервні площі для ремонту, монтажу і демонтажу обладнання. При цьому необхідно урахувати особливості організації поточного виробництва, умови техніки безпеки і протипожежні вимоги.

Систематичний контроль на всіх стадіях технологічного процесу дозволяє отримувати високоякісну продукцію.

Завдання виробничого контролю:

- контроль за якістю сировини, палива, напівфабрикатів при прийманні та споживанні у виробництві;
- контроль над процесами виробництва на всіх стадіях згідно із встановленими режимами, технологічними інструкціями та картами;
- контроль за якістю продукції, що виробляється на підприємстві, відповідно до стандартів, технічних умов і креслень на продукцію.

До обов'язків виробничої лабораторії відносять:

- здійснення контролю за виконанням встановлених технологічних правил і режимів підприємства;
- здійснення лабораторного контролю за якістю сировини, напівфабрикатів, продукції згідно з державними стандартами, технічними умовами, та інструкціями ;
- нагляд за правильністю роботи автоматичної контрольно-вимірювальної апаратури і автоматикою виробничих агрегатів;
- вивчення причин браку і розробка заходів щодо їх усунення; систематичне вивчення технології, а також проведення експериментальних робіт з метою удосконалення виробничих процесів, зростання потужності підприємства, підвищення його економічності та поліпшення якості продукції, скорочення витрат матеріалів, пошуку найбільш ефективних недефіцитних матеріалів.

### **Запитання для контролю знань**

1. Які питання вирішують при відпрацюванні технологічних систем?
2. Які види обладнання використовують для виробничого процесу?
3. З чого складається виробнича структура підприємства?
4. Що таке технологічний цикл?
5. Як оцінити ефективність нової техніки?
6. Проаналізуйте визначення сучасного будівельного комплексу, матеріально-технічної та виробничої бази будівництва.
7. Назвіть головні умови, що визначають доцільність розташування підприємств будівельної індустрії.
8. Від чого залежить матеріалоемність виробництва?
9. Що таке екологічна характеристика технології?
10. Які фактори враховуються при проектуванні складів?

### **ТЕМА 2. ВИРОБНИЦТВО БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ, БЕТОННИХ, ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ**

Одна з найболючіших проблем промисловості нерудних матеріалів – це виробництво високоякісних заповнювачів до бетонних сумішей і будівельних розчинів протягом року. До цієї галузі належить і виробництво гіпсу, вапна, керамічних матеріалів. Але найбільшим подарунком для природного середовища було б зменшення видобутку нерудних будівельних матеріалів за рахунок переробки відходів і створення штучних заповнювачів.

Вміст заповнювачів у бетоні складає 65 – 80 % його абсолютного об'єму, що дозволяє зменшити витрати в'язучого та створити жорсткий каркас. Завдяки вмісту заповнювача в бетоні його усадка у порівнянні з цементним каменем зменшується у 5 – 10 разів. Саме тому вибір властивостей і раціональне застосування заповнювачів суттєво визначають якість та собівартість бетону.

Як заповнювачі до бетонів застосовують природні матеріали – щебінь (гранітний, вапняковий, базальтовий, діабазовий тощо), пісок (кварцовий, польовошпатний), а також штучні – керамзитовий гравій та пісок, аглопоритовий щебінь, пінополістірольний гравій та інші матеріали.

Для отримання високоякісних сухих будівельних сумішей необхідні заповнювачі певного гранулометричного складу і заданих властивостей. Підприємства, які виготовляють такі матеріали для оздоблювальних робіт, включають в свою технологічну схему виробництва і підготовку заповнювачів (просіювання, подрібнення, промивання і зневоднення нерудних будівельних матеріалів).

#### ***2.1 Підприємства виробничої бази з видобування та переробки нерудних будівельних матеріалів***

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 – брушатка, 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).

Гірські породи широко застосовують як сировину для одержання мінеральних в'язучих речовин, кераміки та інших матеріалів.

Залежно від ступеня обробки розрізняють грубо-оброблені кам'яні матеріали та штучні вироби і профільовані деталі.

До грубо-оброблених кам'яних матеріалів відносять: бутовий камінь, щебінь, гравій, пісок.

*Бутовий камінь* – це куски каменю неправильної форми розміром 150...500мм, масою 20...40 кг. Бутовий камінь може бути рваним (неправильної форми) та правильної форми. З буту зводять греблі та інші гідротехнічні споруди, підпірні стінки, фундаменти, його переробляють на щебінь.

*Щебінь* - це куски каменю неправильної форми розміром 5...150 мм, які одержують подрібненням великих кусків гірських порід з наступним просіюванням (зустрічається і природний щебінь – «дресва»).

*Гравій* – це обкочені (округлі) зерна розмірами 5...150 мм, які одержують просіюванням сипких порід; у разі потреби їх промивають, щоб видалити шкідливі домішки (глину, пил).

*Пісок* – це мінеральні зерна розміром від 0,16 до 5 мм, які одержують просіюванням сипких порід; або подрібненням і просіюванням відходів камнеобробки (штучний пісок). Щебінь, гравій, пісок використовують як заповнювачі для бетонів і розчинів.

До виробів з природного каменю відносять колоті та пиляні вироби для мурування і облицювання стін, влаштування підлог, дорожніх покриттів, гідротехнічних споруд тощо.

*Каміння та блоки для укладання стін.* Багато пористих гірських порід легко розпилюються на камені та блоки правильної геометричної форми (прямокутні паралелепіпеди). Основні розміри каменів для зведення стін: 390 × 1000 × 1500мм; 490 × 240 × 188мм; 390 × 190 × 288мм. Маса каменя не повинна перевищувати 16кг, маса дрібного блока – 40 кг.

Каміння та блоки застосовують для зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель та споруд.

*Облицювальні матеріали та вироби.* Облицювальне каміння й плити, а також архітектурно-будівельні вироби виготовляють, розпилюючи блоки (напівфабрикати), або вдаючись до безпосереднього випилювання з масиву гірської породи. Можна виготовляти також колоті вироби (з некондиційних блоків).

Для зовнішнього облицювання використовують щільні атмосферостійкі породи (граніти, сієніти, габро тощо), або щільні вапняки, для внутрішнього облицювання – породи середньої твердості: мармури, пористі вапняки (травертин, черепашник), вулканічні туфи тощо. Пористі породи, крім декоративного ефекту, забезпечують добру акустику приміщень, тому їх застосовують для оздоблення театрів, кінотеатрів та інших громадських споруд.



Цокольні плити, а також деталі карнизів та інших частин будівлі, що виступають, виготовляють з атмосферостійких порід.

*Влаштування покриттів підлог* виконують полірованими (рідше шліфованими) плитами з твердих щільних порід (граніт, сієніт, лабрадорит тощо). В приміщеннях з малою інтенсивністю руху і високими вимогами щодо декоративності можливе використання мармуру. Товщина плит для підлоги має бути не менше 20 мм. Сходи облицьовують також твердими зносостійкими породами.

*Матеріали та вироби для дорожнього будівництва* виготовляють із щільних і зносостійких порід (граніту, діориту, габро, базальту), оскільки умови їх експлуатації надзвичайно суворі. До дорожніх матеріалів і виробів відносять: брущатий камінь; колотий і буличний камінь; тротуарні плити і бордюри не каміння.

*Брущатий камінь* (бруківка) призначається для впорядкування покриттів проїжджої частини доріг. Має форму зрізаної піраміди з паралельними прямокутними верхньою та нижньою основами.

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

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

*Каміння для гідротехнічних споруд.* Для річкових та морських гідротехнічних споруд застосовують каміння правильної та неправильної геометричних форм. Каміння неправильної форми – рваний камінь, який одержують підриванням гірських порід, обкочений камінь (валуни, буличники), щебінь і гравій – використовують для улаштування гребель, дамб, берегових укріплень та інших споруд. Каміння правильної форми використовують для облицювання набережних, шлюзів тощо. До всіх матеріалів ставляться підвищені вимоги не лише по міцності, а й щодо водо- та морозостійкості. Особливо несприятливими є умови експлуатації матеріалів у зоні змінного рівня води, де під час замерзання можуть утворюватися льодові скупчення, які спричиняють значні внутрішні напруження. Захисне облицювання в цій зоні виконують із щільних вивержених порід з водопоглиненням не більше 1%, міцністю при стиску не нижче 80...100 МПа і морозостійкістю не менше 300 циклів (це граніти, сієніти, діабазити та інші).

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

## **Використання відходів видобування і обробки гірських порід**

При видобуванні, обробці й переробці гірських порід у кар'єрах та каменеобробних заводах утворюється багато відходів, кількість яких може сягати 80 % від об'єму порід, що розробляються. З економічної та екологічної точок зору доцільно використовувати ці відходи для виготовлення інших будівельних матеріалів та виробів. Найчастіше – це декоративні щебінь і пісок, штучні блоки та декоративні плити.

*Декоративні щебінь і пісок* – переважно сировинний облицювальний високо декоративний фракціонований (розподілений на зерна певних розмірів) матеріал. Міцність при стиску гірських порід, з відходів яких виготовляють декоративні щебінь і пісок, повинна бути не меншою 80, 40 та 30 МПа, відповідно, для вивержених, метаморфічних і осадових порід.

Готовий щебінь повинен мати марку за морозостійкістю не менше F15. Обмежується також наявністю у щебені пластинчастих та голчастих зерен (до 35 % за масою). У щебені і піску обмежується кількість пилюватих домішок (від 1 до 5 % за масою).

Декоративні щебінь і пісок застосовують для оздоблення лицьових поверхонь бетонних і залізобетонних елементів будівель, виготовлення штучних блоків і декоративних плит.

*Штучні блоки* виготовляють з бетонних сумішей на основі декоративних щебеню і піску та портландцементу. Готові вироби призначені для наступної переробки на плити, які використовуються для влаштування покриттів підлог і елементів сходів та облицювання стін і колон.

### ***2.1.1 Класифікація родовищ та підприємств***

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 С<sub>1</sub> і С<sub>2</sub>.

До категорії **А** відносяться родовища, запаси, 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. м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup> на рік), як правило виконують тимчасові задачі, тому влаштовуються збірно – розбірними. Підприємства середньої і великої потужності (з річною продуктивністю 250 тис. м<sup>3</sup> і більше у більшості випадків є стаціонарними.

### ***2.1.2 Кар'єри нерудних матеріалів***

Нерудними матеріалами, що застосовуються у будівництві є камінь, гравій, пісок або піськово–гравійні суміші, гравій, глина, крейда, тощо. В залежності від виду матеріалу, що добувається, кар'єри поділяються на камінні, піськово – 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. м<sup>3</sup> 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

$$M_{\text{річна}} = T_{\text{п.ф.}} \cdot \Pi_{\text{годинна}} \cdot n \cdot \Gamma_{\text{вих.}} / 1000,$$

де  $T_{\text{п.ф.}}$  – річний плановий фонд часу роботи обладнання, годин;  
 $\Pi_{\text{годинна}}$  – продуктивність однієї машини за годину, м<sup>3</sup>;  $n$  – кількість одночасно працюючих машин, шт.;  $\Gamma_{\text{вих.}}$  – 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).

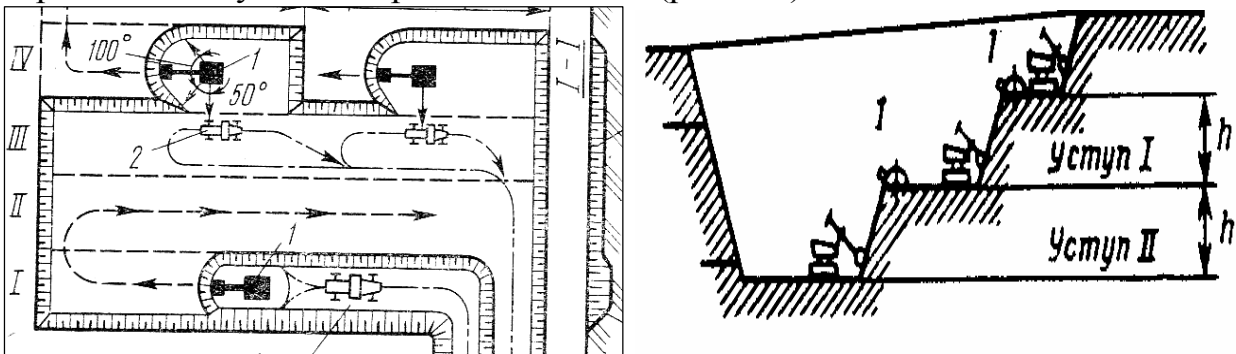


Рис. 2.1 - Схема розробки кар'єру землерійними машинами  
 1- екскаватор в забої; 2- автосамоскид.

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

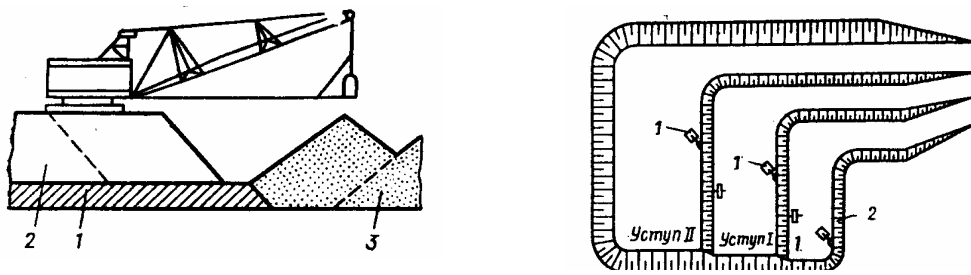


Рис. 2.2 – Безтранспортна схема розробки кар'єру драглайном:  
1 – корисна порода; 2 – пуста порода; 3 – відвал

Склад робочих процесів при видобування каміння такий: розкриття кар'єру, буріння скелі, зарядження та підривання вибухівки, розробка дробленої скелі, буріння крупних негабаритних каменів, підривання негабаритів, підгортання каміння до забою. Для вивезення видобутого матеріалу влаштовують виїзди з кар'єру.

Для видобування корисних копалин звичайно використовують будівельні екскаватори з ковшами ємкістю 0,5 – 2,5 м<sup>3</sup>. 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).

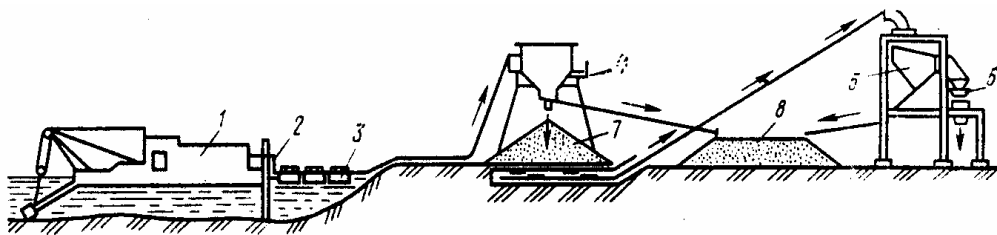


Рис. 2.3 – Схема видобування піску на гідро-механізованому кар'єрі :  
1 – земснаряд, 2 – пульпопровід, 3 – понтони, 4, 5 – грохоти-класифікатори, 6 – конвеєр, 7 – карта наміву піску, 8 – склад гравію

В заплавних 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.

## 2.2 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).

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

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

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

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

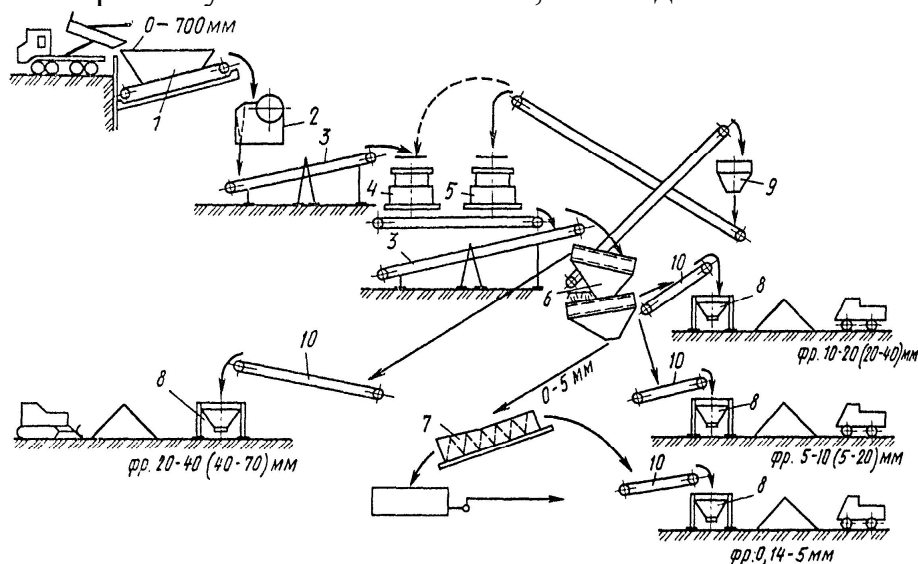


Рис. 2.4 – Схема ланцюгу апаратів збірно – розбірної автоматизованої дробильної лінії по переробці вивержених порід

- 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

Основні операції при переробці суміші:

- первинне грохочення для поділу сумішей на пісок (0,15...5 мм), гравій (5...150 мм) і валуни ( $\geq 150$ мм);
- промивання піску, промивання гравію;
- дроблення валунів, сортування гравію, і щебеню за крупністю;
- обезводнення;
- збагачення;
- складування;
- 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:

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

Машина 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.

### **2.3 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.

### 2.4 Підприємства по виробництву бетонних і асфальтобетонних сумішей і розчинів

#### 2.4.1 Основні відомості про бетон і будівельний розчин

*Бетоном* називається штучний кам'яний матеріал, що одержується з правильно підбраної 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 тверднучи, зв'язує між собою зерна заповнювачів і утворює штучний кам'яний матеріал.

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

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

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

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

По щільності бетони підрозділяються на особливо важкі - щільністю більше  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; важкі – більше 2200 і до  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; полегшені – більше 1800 і до  $2200 \text{ кг/м}^3$ ; легкі – більш 500 і до  $1800 \text{ кг/м}^3$  і особливо легкі – до  $500 \text{ кг/м}^3$ .

У залежності від межі міцності при стисканні,  $\text{кгс/см}^2$ , 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 і 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 16 мм. 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 0,5 см. Осадку конуса обчислюють з точністю до 1 см.

*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  $1500 \text{ кг/м}^3$  і більш і легкі щільністю менш  $1500 \text{ кг/м}^3$ ;

- 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,  $\text{кгс/см}^2$ , розрізняють такі марки: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 і 200. Межу міцності розчину визначають випробуванням на стиск кубів розмірами  $70,7 \times 70,7 \times 70,7$  мм у віці 28 діб при температурі твердіння  $20 \pm 3^\circ \text{C}$ .

Будівельні розчини є дрібнозернистими бетонами. Тому загальні закономірності, що визначають зручне укладання бетонної суміші і міцність бетонів, поширюються і на розчини. Однак застосування розчинів відрізняється від застосування бетонів. Наприклад, 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. Якість застосовуваної розчинної суміші визначається її зручністю в укладанні чи ступенем рухливості.

*Рухливістю* розчинної суміші називається її здатність розтікатися під дією сили тяжіння чи прикладених до неї зовнішніх сил. Рухливість розчинної суміші залежить від дозування в'язучої речовини і води.

#### 2.4.2 Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину

**В'язучі матеріали.** Для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів використовують в'язучі матеріали, що розділяються на гідравлічні, здатні твердіти як на повітрі, так і у воді; повітряні, здатні твердіти тільки на повітрі, і автоклавного твердіння.

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

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

Цементи є гідравлічними в'язучими матеріалами.

При твердінні цементи здобувають різну механічну міцність, що визначає їхню марку. По механічній міцності цементи підрозділяються на наступні марки: 300, 400, 500, 550 і 600.

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

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

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

**Заповнювачі для важких бетонів і будівельних розчинів.** До складу важких бетонів входять великі і дрібні щільні заповнювачі, а іноді тільки дрібні (у дрібнозернистому бетоні). До складу будівельних розчинів входять тільки дрібні заповнювачі. В якості крупних заповнювачів (розмір зерен більш 5 мм) 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 5 мм) - 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  $1000 \text{ кг/м}^3$  при розмірі зерен від 5 до 40 мм (щебінь, гравій) і не більш  $1200 \text{ кг/м}^3$  із розміром зерен до 5 мм (пісок).

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

**Добавки.** 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. Для отримання литих сумішей для високоміцних бетонів незамінними є пластифікатори С-3, «Дофен», МП-3, «Sika» тощо. При витраті 0,4-1 % від маси цементу вони збільшують осадку конусу до 20 – 25 см, що дає можливість перекачувати суміші бетононасосами. 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 см<sup>2</sup>/г, тобто з клінкеру цементу марки 400 отримати цемент марки 500.

Поліфункціональність добавок-пластифікаторів дає можливість за рахунок зменшення кількості води у бетонних сумішах та будівельних розчинах зменшити відповідно витрати цементу. Так, для жорстких і малорухомих сумішей економія цементу від застосування пластифікаторів складає 7 – 12 %, а високо рухомих і литих – 15 – 20 %. Найбільший ефект досягається при застосуванні низькоалюмінатних цементів, дрібних пісків при виготовленні високоміцних бетонів.

Повітрявсмоктуючі ПАР та газо утворюючі компоненти дозволяють утримати в бетоні до 10 % повітря, що може бути успішно використано для економії цементу при виготовленні легких бетонів. Використання таких добавок разом із стабілізаторами піни і газо насиченням дозволяє виготовляти блоки з об'ємною густиною 300 – 600 кг/м<sup>3</sup>, 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, що споживають постійний електричний струм.

**Вода.** 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.

### 2.4.3 Класифікація і склад підприємств

Бетонні суміші та будівельні розчини виготовляються централізованим способом на районних заводах або на приоб'єктних збірно – розбірних і 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. Децентралізовані бетонорозчинозмішувальні установки виконуються зазвичай збірно – розбірних конструкцій, що дозволяє швидко здійснювати їх монтаж і демонтаж при перебазуванні на нове місце будівництва. Пересувні установки застосовують головним чином при будівництві лінійних споруд (доріг, газопроводів, каналів, тощо).

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

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

Виробничий процес може бути організований за вертикальною схемою (коли витратні бункери знаходяться у верхній точці виробничого приміщення і звідти компоненти самопливом надходять на подальші технологічні операції) або за горизонтальною схемою (технологічне устаткування розташовується практично на одному рівні і передача матеріалів для виконання технологічних операцій здійснюється системою транспортерів) (рис.2.5). 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 надбудувати 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

$$P_{\sigma} = V_{max} \cdot k \cdot n \cdot m \cdot \varphi;$$

де  $P_{\sigma}$  - продуктивність бетонного заводу, м<sup>3</sup>/місяць;  $V_{max}$  – максимальна потреба в бетонній суміші, м<sup>3</sup>;  $k$  – коефіцієнт нерівномірності бетонування (1,3 - 1,5);  $n$  – кількість робочих днів у місяці;  $m$  – кількість робочих годин на добу;  $\varphi$  - коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

Бетонні заводи бувають циклічної та безперервної дії (рис. 2.6, 2.7).

До складу бетонного заводу входять:

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

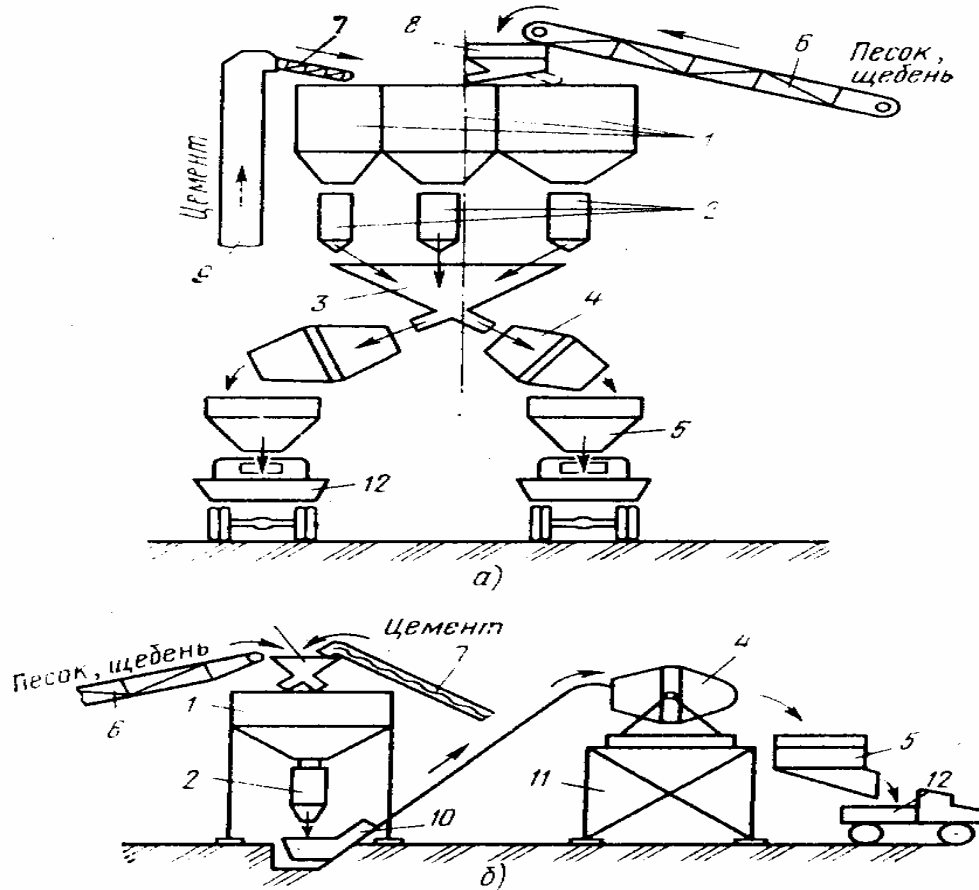


Рис. 2.5 – Схема компоновання технологічного обладнання бетонозмішувального підприємства:

- а – вертикальна, б – горизонтальна; 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

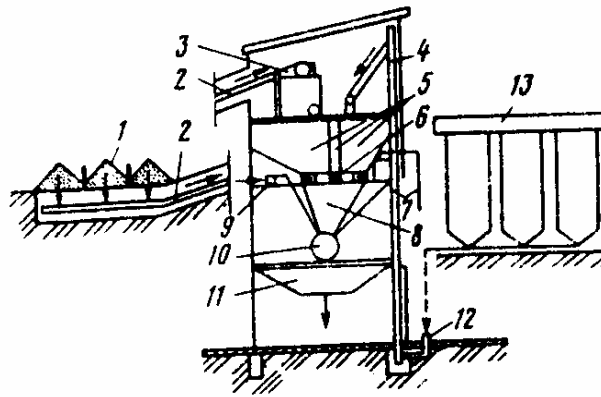


Рис. 2.6 – Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні циклічної дії:

- 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.

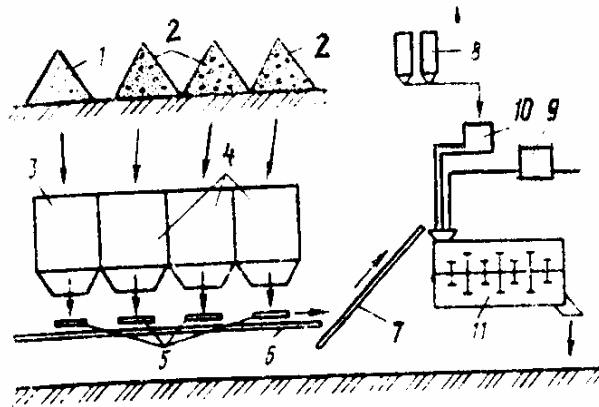


Рис. 2.7 – Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні безперервної дії:

- 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.

Приготування бетонних сумішей здійснюють у циклічних (рис. 2.8) або безперервних (рис. 2.9) гравітаційних чи примусової дії бетонозмішувачах.

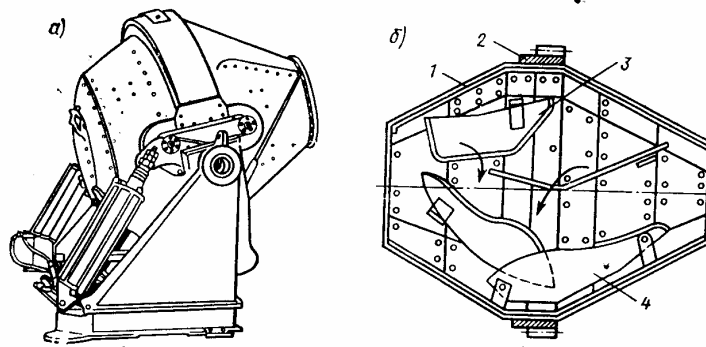
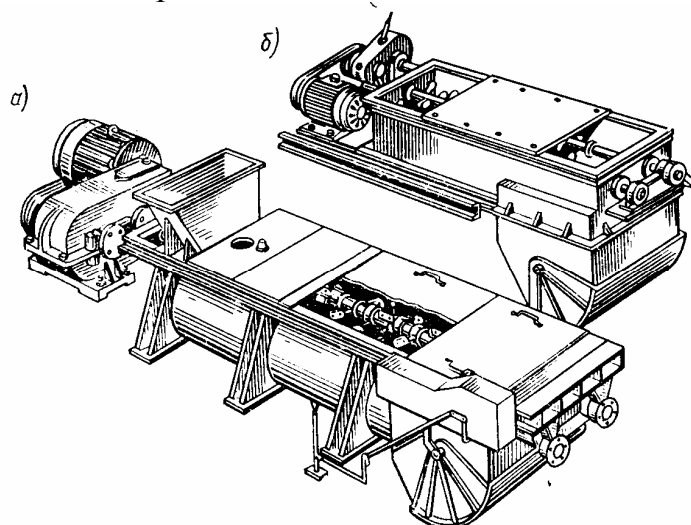


Рис. 2.8 – Гравітаційний бетонозмішувач:

- 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. 2.9 – 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.

#### **2.4.4 Промислове виробництво сухих будівельних сумішей**

##### **Номенклатура продукції**

В розвинутих країнах 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. До будівельних матеріалів висуваються вимоги стосовно їх технологічних й експлуатаційних властивостей, що дозволить підвищити якість будівельних робіт і комфортність житла. Технологія приготування на будівельному майданчику традиційних розчинових сумішей не здатна відповідати вищезазначеним вимогам. Тому їх все більше заміняють на попередньо приготовлені й розфасовані суміші. 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. Вітчизняне виробництво нових матеріалів склало серйозну конкуренцію визнаним закордонним виробникам. В останні роки розширюється номенклатура, удосконалюється виробнича й сировинна база, підвищується якість, створюється науково-дослідна й нормативна база.

На українському ринку найбільш поширені сухі суміші призначені для кріплення на поверхні конструкції виробів із штучних та природних матеріалів (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. За видом в'язучих, що використовуються, прості суміші 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 %. Якщо в'язучого в суміші менше 10 %, то воно відноситься до добавок.

За призначенням сухі суміші розподіляються на типи:

- ключі склади;
- 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. Розподіл для клейових складів представлено у табл. 2.1.

**Таблиця 2.1 – Диференціація сухих сумішей за областю застосування**

<i>№</i>	<i>Назва матеріалу</i>	<i>Позначення</i>
1	Клей стандартний	СКп-(101-109)
2	Клей для плит із натурального каменю	СКп-(111-119)
3	Клей підвищеної пластичності	СКп-(121-129)
4	Універсальний клей-шпаклівка для систем скріпленої теплоізоляції	СКс-(131-139)
5	Клейова суміш мурувальна	СКк-(151-159)
6	Клей спеціального призначення	СКк-(161-169)
7	Клей для монтажу ГКП на гіпсі	СКп-(171-179)

Область застосування визначає вид в'язучого і фракційний склад заповнювача. Незадіяні номери в позначеннях складів можуть бути використані в подальших розробках нових матеріалів.

## Матеріали для виробництва сухих будівельних сумішей

Існує ряд загальних вимог до мінерального в'язучого, якими треба керуватися при їх виборі для виробництва сухих сумішей. Специфічний підхід до мінеральних в'язучих обумовлено особливостями технологій застосування розчинів. З цього погляду наявність добавок у в'язучих може викликати нестабільність їх характеристик і негативно позначитися на якості сухих сумішей. Істотні й такі показники в'язучих, як тонкість помелу, наявність сторонніх домішок і часточок, які не погасилися (у гідратному вапні), ступінь білизни (для кольорових і фінішних складів).

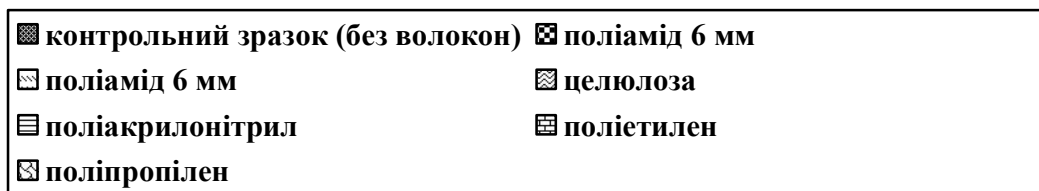
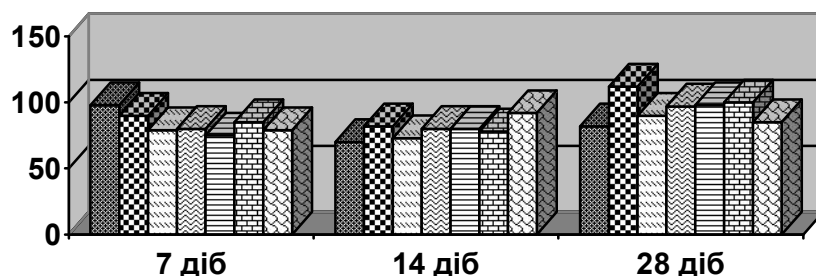
В сухі суміші вводять органічні спеціально підібрані зв'язуючі, що впливає на швидкість твердіння, підвищує водостійкість і морозостійкість, а також стійкість до різних хімічних впливів. Поєднання в складах двох в'язучих – мінерального і полімерного, які ідеально доповнюють одне одного, приводить до появи чудових властивостей будівельних матеріалів. Роль органічного зв'язуючого в сухих будівельних сумішах виконують редисперговані сополімерні суміші. У композиційному складі суміші звичайно знаходиться 0,5-7 % модифікуючі добавок.

Більшу частку об'єму композиційного матеріалу займають «заповнювачі» та «наповнювачі», які визначають експлуатаційні та декоративні властивості матеріалу. Введення в систему інертного компонента знижує усадку, підвищує міцність та тріщиностійкість системи. Для отримання суміші високої якості гранулометричний розподіл усіх мінеральних компонентів повинен бути відповідним чином оптимізований. Звичайний діапазон їх для сухих сумішей складає 0,1 – 5 мм. У декоративних тинькувальних розчинах використовують додаткові декоративні фракції мармуру, вапняку або слюди. Заповнювачі та наповнювачі різного гранулометричного складу одержують шляхом подрібнення різних мінералів гірських порід, помелом та відповідним відсівом на грохотах з різними ситами.

В якості волокнистих армуючі компонентів у виробництві високоякісних і високотехнологічних матеріалів у теперішній час застосовуються хімічні волокна – целюлозні, поліакрилонітрильні, поліамідні, поліпропіленові, волокна на основі полівінілового спирту, а також скловолокна, оброблені спеціальним лугостійким складом. Функціональні хімічні волокна вводять до складу мінеральних систем для поліпшення технологічних та експлуатаційних властивостей. При цьому участь волокон у композиційних складах не обмежується функцією наповнювача, істотне значення тут має і їх модифікуючий вплив. Введення волокон до складу композиційних матеріалів при приготуванні та використанні розчинових сумішей надає останнім тиксотропних властивостей, підвищує водоутримуючу здатність, знижує водовідділення, зменшує фактор розшарування, поліпшує фіксує здатність (протидії сповзанню плитки в плиткових клеях). У розчинах і покриттях дисперсне армування збільшує межу міцності при стисканні й розтягу (на 30-50%), знижує усадочні деформації, запобігає утворенню тріщин, збільшує еластичність, опір удару й навантаженням, підвищує морозостійкість. Стан поверхні волокна і його гідрофільність (здатність до змочування) визначає його

водовбирні й водовід давальні властивості, здатність до рівномірного розподілу в різних мінеральних середовищах. При гомогенному розподілі волокна утворюється тримірний каркас зі стабільно стійкими характеристиками. Рідка фаза розчинової суміші добре утримується в такому каркасі. Введення волокна до суміші сприяє підвищенню її адгезії до основи й формостійкість. Тим самим за один робочий процес можна виконати товстошарове покриття. Армування суміші, призначеної для шпарування різних щілин і заповнення швів, перешкоджає утворенню мікротріщин при твердінні суміші. Величина усадки матеріалу при оптимально підбраному мінералогічному складі суміші знижується до нульової.

Взаємодія волокон з композиційним матеріалом обов'язково повинна враховуватись при виборі їх типу і розмірів, виходячи з умов і області застосування конкретного матеріалу. Хімічний склад і довжина волокон помітно впливає не лише на технологічні, але й на експлуатаційні характеристики розчинів (затверділих покриттів).



*Рис. 2.10 - Вплив добавки волокон на величину адгезії розчину в стандартних умовах*

Як видно з рис.1 модифікація сумішей хімічними волокнами в цілому підвищує адгезію покриття до основи, однак в залежності від рівня змочуваності волокон. Кращі показники, як бачимо, у добре змочуваних поліамідних волокон.

При приготуванні суміші треба брати до уваги, що короткі і середні волокна довжиною до 500 мкм легко гомогенізуються у змішувачах будь-якого типу. Довгі волокна (більше 500 мкм) рекомендується змішувати у високодисперсних змішувачах

### **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: процес змішування композицій на основі різних в'язучих варто робити в окремих змішувачах; ємності для збереження компонентів

суміші також повинні бути диференційовані; 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 обов'язково містить у собі ділянку підготовки заповнювачів, яка включає в себе сушіння і розсів за фракціями. Сушильна установка повинна бути ефективною, екологічно чистою та забезпечувати потреби виробництва у необхідному обсязі. В якості сушильного пристрою найчастіше використовують сушильний барабан, хоча останнім часом набувають поширення найбільш ефективні сушильні пристрої (наприклад, сушіння в «киплячому» шарі тощо). Сушильним агентом слугують продукти згоряння газоподібного або рідкого палива в суміші з повітрям.

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.

### **Установки, заводи та основне технологічне обладнання з виробництва сухих будівельних сумішей**

Класичний завод з виробництва сухих будівельних сумішей представляє собою змішувальну башту. У верхній частині башти розміщені силоси для зберігання сировинних компонентів, нижче знаходиться технологічне обладнання для дозування, змішування та пакування.

Перевагою даної схеми виробництва є те, що для завантаження в силоси сировинні матеріали транспортуються вгору лише один раз. В міру проходження технологічного ланцюга вони самопливом рухаються вниз.

Кількість силосів для зберігання основних компонентів прямо не пов'язана з кількістю виробничих рецептурних компонентів. Продуктивність бетонного заводу визначають за формулою

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

де  $P_6$  - продуктивність бетонного заводу, м<sup>3</sup>/місяць;  $V_{max}$  – максимальна потреба в бетонній суміші, м<sup>3</sup>;  $k$  – коефіцієнт нерівномірності бетонування (1,3 - 1,5);  $n$  – кількість робочих днів у місяці;  $m$  – кількість робочих годин на добу;  $\varphi$  - коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

Бетонні заводи бувають циклічної та безперервної дії (рис. 2.6, 2.7).

До складу бетонного заводу входять:

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

Зазвичай рекомендується на заводах з виробництва сухих будівельних сумішей на основі цементного в'язучого використовувати не менше восьми силосів (2 – портландцемент, 1 – білий цемент, 1 – вапно, 4 – пісок різних фракцій). Але треба передбачити при конструюванні змішувальної башти нарощування кількості силосів в майбутньому.

Силоси заповнюються пневматично. Кожен силос обладнано напірним рукавним фільтром, призначеним для очищення транспортованого повітря від пилу. При регенерації рукавів ввійманий піл повертається в свій силос. Силоси обладнані системою аерації, яка запобігає злежуваності сировинних компонентів. Тиск повітря, яке подається на аерацію в кожному силосі, регулюється автономно.

Щоб уникнути переповнення, силоси обладнуються сигналізаторами верхнього рівня. Якщо рівень в силосі досяг граничної величини, зупиняється подача сировини або перекривається клапан на тракті пневматичної подачі. Щоб виключити можливість випадкового завантаження в один силос двох різних компонентів, наповнену трубу кожного силосу замикають на замок.

Основні компоненти дозують за масою, для чого використовують бункерні ваги. Верхня межа завантаження вибирається, виходячи з умов завантаження змішувача (50 - 100%). З силосів компоненти потрапляють на ваги послідовно один за одним. Цикл дозування кожного компоненту включає три стадії: подавання з високою швидкістю, подавання з низькою швидкістю, пауза для перевірки фактичної маси. Протягом одного циклу відбувається змішування на бункерних вагах послідовно 10 і більше компонентів.

Для забезпечення надійного завантаження тонко дисперсних компонентів конічну частину силосу обладнують системою аерації. Повне вивантаження в силосах досягається завдяки правильному вибору кута нахилу стінок в конічній частині, що забезпечує проходження процесу без збуджувача вивантаження.

Пісок, особливо крупнозернистий, має високу абразивність. Тому часто відмовляються від шнекового подавання на користь гравітаційного, при цьому пісок подається на ваги самопливом, а дозування здійснюється за допомогою шибєрних заслінок з пневмоприводами.

Швидкість подавання компонента на ваги вимірюється в залежності від величини відкриття шибєра. В порівнянні зі шнеками точність дозування шибєрами менша.

Для позачергового подавання зважених компонентів від одних ваг до двох змішувачів використовуються двоходові розподілювачі.

Бункерні ваги, а також усі тракти подавання компонентів виготовляються в закритому варіанті.

Очищення повітря, яке витісняється при заповненні бункерних ваг, здійснюється системою аспірації або автономними фільтрами. Легкі заповнювачі (перліт) мають дуже малу та нестабільну насипну масу, тому вагове обладнання не застосовується. Для їх дозування необхідний об'ємний дозатор. Добавки дозуються за масою. Можливі три варіанти: автоматична система вагового дозування добавок, вагове дозування компаундів, введення добавок вручну. Система автоматичного дозування добавок аналогічна системі дозування основних компонентів і включає бункери для складування добавок, дозувальні шнеки та бункерні ваги.

Бункери можуть мати об'єм 1,5 – 2,5 м<sup>3</sup> і більше, а кількість – 8 – 16 штук. Добавки завантажують з мішків вручну. Кути нахилу стінок і розміри випускних отворів вибирають з розрахунку роботи з погано витікаючими продуктами. Бункери часто обладнуються додатковими збуджувачами – колотушками, аерацією, розрихлювачами. Дозуючі шнеки і ваги принципово не відрізняються від аналогічного обладнання, що використовується для в'язучих.

У випадку використання преміксів витрати на обладнання менші, тому що мова йде про дозування одного компонента. Виготовлення компаундів доцільно у тих випадках, коли є декілька виробництв сухих будівельних сумішей. Компаунди перевозяться у «біг-бегах». Одна з переваг цієї упаковки в тому, що «біг-бег» може відігравати роль витратного бункера, з якого добавка подається на ваги.

Ручне введення добавок застосовують з метою економії коштів. Добавки зважуються на звичайних торгівельних вагах, розфасовують в поліетиленові пакети або банки і в необхідний момент вводять в змішувач.

Система керування програмується на роботу з перервами – в той момент, коли необхідно ввести добавку, комп'ютер направляє повідомлення оператору і чекає підтвердження, після чого робота в автоматичному режимі продовжується.

Комп'ютерна система керування заводом зазвичай має дворівневу структуру. Найважливіша функція системи – дозування – може бути реалізована як на рівні контролера, так і за допомогою комп'ютера.

### **Основне технологічне обладнання**

Основним змішувачем, який використовується при виробництві сухих будівельних сумішей, є горизонтальний змішувач-центрифуга. Час змішування залежить від багатьох факторів: конструкції і об'єму змішувача, конфігурації та швидкості руху робочих органів, складу та властивостей інгредієнтів. Для кожного конкретного складу термін змішування слід підбирати індивідуально, дослідним шляхом. При підборі об'єму змішувача-центрифуги в розрахунок беруть усереднене значення кількості циклів за годину: 24 – при виробництві простих сумішей, 13 – при виробництві сумішей з незначною кількістю добавок.

Виробниками змішувачів-центрифуг пропонуються об'єми робочої камери 0,3; 0,65; 0,8; 1,2; 1,5; 2; 3 м<sup>3</sup>.

Розподілення в суміші добавок, які вводяться в кількості менше 1%, є найбільш складним завданням. Якість модифікованих сумішей визначається розподіленням малих об'ємів добавок. Відхилення вмісту хімічної добавки усього на 0,1 % може впливати на експлуатаційні властивості готового

продукту більше ніж відхилення співвідношення в'язучого і заповнювача в межах декількох відсотків.

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:

- подавання продукту;
- дозування продукту; подача порожніх мішків; наповнення мішків; видалення наповнених мішків;
- збирання та знесення забрудненого повітря;
- збирання розсипаних порошоків.

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

- гравітаційним подаванням (під дією власної ваги);
- механічним способом (гвинтовий, стрічковий, ковшовий конвеєр або інший пристрій);
- пневматичним способом.

Оптимальним варіантом є розміщення фасувальної машини прямо під змішувачем. Простота гравітаційного подавання поєднується в цьому випадку з можливістю швидкого переходу від однієї рецептури до іншої. Важливо, щоб продуктивність змішувача відповідала продуктивності пакувальної машини.

Дозування, наповнення й скидання мішків – операції, які виконуються фасувальною машиною. Дозування в мішки здійснюється за масою.

Система збирання та повернення просипань при фасуванні сухих сумішей може бути відсутньою або виконаною в спрощеному варіанті, оскільки це некондиційний товар і повертатись назад в бункер фасувальної машини не повинен.

«Біг-беги» використовують для перевезення і складування порівняно недорогих, але тих, що використовуються у великих об'ємах сумішей – мурувальних, монтажних, штукатурних, бетонних. «Біг-беги» виконують функцію виключно транспортного засобу. За призначенням вони ближче до спеціалізованих контейнерів багаторазового використання ніж до стандартної упаковки.

Дрібне фасування використовується для найбільш дорогих сухих сумішей, які споживаються у невеликих кількостях, наприклад, кольорових сумішей для розшивання швів. 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 500 т сухих сумішей на місяць.

За складом обладнання та своїми технологічними можливостями установки значно відрізняються одна від одної. Серед них є найпростіші схеми з ручним зважуванням вихідних компонентів і автоматизовані лінії різної конфігурації. Які працюють під керуванням комп'ютера. Установки малої потужності дозволяють розвантажити основне виробництво від продукції, що випускається малими партіями. Їх також застосовують для виробництва сумішей обмеженого використання.

Такі установки можна розмістити в будь-яких виробничих приміщеннях висотою 8 – 9 м. Перевагою установок є компоновочна гнучкість та можливість поетапно нарощувати обсяги виробництва. Для початку роботи достатньо придбати вузол змішування та фасування, які можна потім доповнювати іншими ділянками. Найпростіший варіант установки складається з чотирьох компонентів: змішувача циклічної дії, фасувальної машини з рукавним фільтром, пересувного бункера, що переміщується за допомогою тельфера, та силосного складу. Пересувний бункер служить для зважування вихідних компонентів та подачі їх до змішувача. Порожній бункер встановлюють на ваги та завантажують в нього компоненти послідовно в кількості та у відповідності з вибраною рецептурою. Заповнений бункер переміщують до змішувача та розвантажують, після чого повертають на ваги та переходять до набору наступної порції.

Змішувач з площадкою обслуговування розміщують на висоті 4-5 м над рівнем підлоги. Фасувальна машина знаходиться під змішувачем. Бункер фасувальної машини обладнаний сигналізатором рівня, який призначений для контролю вільного місця в бункері. Якщо місця недостатньо, виваження суміші зі змішувача блокується. Рукавний фільтр слугує для очищення запиленого повітря в зоні фасування. Місце завантаження компонентів в пересувний бункер також вимагає ефективної аспірації, оскільки пересипання супроводжується утворенням пилу.

Силосний склад дає можливість приймати та зберігати вихідні компоненти, які доставляються автомобільними та залізничними цистернами. Силоси завантажуються пневматично для очищення повітря, яке потрапляє в атмосферу, кожний силос обладнано рукавним фільтром.

Із силосів за допомогою гвинтових конвеєрів-дозаторів компоненти подають у встановлений на вагах змішувач. Компоненти з різних силосів подаються позачергово. В процесі завантаження кожний компонент безперервно зважується разом зі змішувачем. Дозування здійснюється у двошвидкісному режимі та включає перевірку фактичного значення дози компонента.



На усіх стадіях технологічного процесу від завантаження силосу до пакування продукції дисперсні матеріали транспортуються закритими трактами, що важливо з точки зору екологічної безпеки виробництва.

Обладнання для сушки та класифікації піску включають в склад установки, якщо в межах досяжності немає постачальників сухого піску необхідної якості.

Пісок природної вологості завантажують в приймальний бункер, звідки він за допомогою живильника та елеватора безперервно подається в сушильний агрегат. Висушений пісок елеватором подається в установлений над силосами класифікатор, розділяється на фракції різної крупності і надходить в силос.

Склад вихідних компонентів представляє собою групу з трьох – чотирьох силосів на загальній опорній конструкції. Два силоси призначені для складування піску однієї або двох фракцій. Два інших слугують для приймання і зберігання тонко дисперсних мінеральних в'язучих і заповнювачів, які завантажуються пневматично.

Обладнання для розпакування включають в склад установки, коли немає можливості організувати доставку деяких компонентів навалом. М'які контейнери є найбільш зручними для транспортної упаковки сипких матеріалів.

Дуже зручні контейнери з донним клапаном, що представляє собою рукав, який вшивається в днище контейнера. Вміст такого контейнера можна використовувати за необхідності, що особливо важливо при виготовленні сумішей малими партіями.

Пристрій розпакування контейнерів з донними клапанами звичайно складається з двох частин. Вузол вивішування слугує для підтримання контейнера, який вивантажується у вертикальному положенні. Вузол вивантаження призначений для розв'язання і зв'язування донного клапана.

Вузол розпакування розміщується близько від змішувача з протилежного від силосів боку. Компонент, що вивантажується в змішувач, подається за допомогою похилого гвинтового конвеєра, алгоритм роботи якого аналогічний роботі горизонтальних конвеєрів.

Обладнання для розпакування мішків використовують, коли необхідні для виробництва сумішей компоненти доступні лише в мішках.

Пристрій для розпакування мішків представляє собою воронку, обладнану решіткою і рукавним фільтром. Мішки розрізають на решітці вручну. Запилене повітря з зони розпакування витягується і, проходячи через рукавний фільтр, очищується. Вловлений пил при регенерації рукавів повертається в воронку і не утворює відходів.

Включення в технологічну схему вискоелективних пиловловлювальних циклонів і рукавних фільтрів, іншого пиловловлюючого обладнання, наявність критичних механізованих складів виключає викиди в атмосферу. У випадку несприятливих результатів контролю готової продукції є можливість направити матеріал на корегування, що робить виробництво технологічно безвідходним. Застосування в повному обсязі засобів механізації при перевезенні продукції значно покращує екологічний стан на будівельному майданчику.

### 2.4.5 Виробництво асфальтобетону

Асфальтовим бетоном називається суміш матеріалів різної крупності (піску, щебеню або гравію розмірами від 5 до 30 мм, тонкомелених вапняків) та бітуму.

Пористість асфальтобетонів складає від 2 до 18 %, в залежності від призначення. Вміст крупного заповнювача в асфальтобетонах – від 20 до 60 %. Орієнтовані склади асфальтобетонів наведені в табл. 2.2.

**Таблиця 2.2 - Орієнтовані склади асфальтобетонів, % за масою**

Компоненти суміші	Вид асфальтової суміші			
	каркасної структури	базальної структури	лита	мастика
Бітум	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12 - 13
Щебінь	52 - 54	30 - 32	24 - 26	-
Пісок	34 - 36	52 - 54	45 - 47	54 - 58
Мінеральний порошок	6 - 8	8 - 10	20 - 22	30 - 33

До складу асфальтових сумішей можуть додаватися добавки ПАР.

Асфальтобетонні суміші залежно від в'язкості бітуму та температури при укладенні в дорожнє полотно поділяють на гарячі, теплі та холодні.

Гарячу суміш готують на основі в'язких бітумів та укладають при температурі не нижчій ніж 120 °С. Формування структури асфальтобетону в основному закінчується після ущільнення поверхні дорожніми котками.

Теплу суміш виготовляють використовуючи в'язкі та рідкі бітуми, температура укладення яких не нижче 70 °С. Процеси структуроутворення в асфальтобетоні (залежно від виду бітуму та погодних умов) можуть тривати від 2...3 годин до декількох тижнів.

Холодну суміш готують на рідких бітумах, укладають при температурі навколишнього середовища не нижче 5 °С. Структуру асфальтобетону формується повільно (20...40 діб) залежно від швидкості загуснення бітуму, а також від погодних умов та інтенсивності руху автомобілів. Особливістю холодних асфальтобетонних сумішей є здатність деякий час залишатися сипкими, що дозволяє їх зберігати (без погіршення властивостей) протягом 8 місяців. Холодні суміші використовують для покриття та ремонту доріг із невеликою інтенсивністю руху.

Дьогтебетон – це штучний будівельний матеріал, отриманий ущільненням суміші дьогтю, щебеню, піску та мінерального порошку.

Залежно від якості мінеральних компонентів і фізико-механічних властивостей асфальтобетони поділяють на марки відповідно до табл. 2.3.

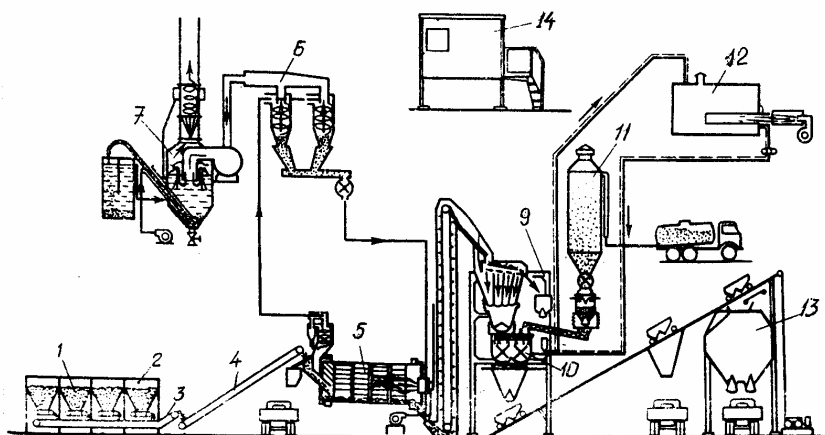
Вимоги до асфальтобетону висуваються відповідно до класу суміші, виду, групи, типу, марки в залежності від дорожньо-кліматичного району використання.

Найбільш поширена марка використовуваних бітумів – БНД 60/90.

**Таблиця 2.3 - Позначення асфальтобетонів**

№	Тип, класифікація	Показники властивостей	Шифр
1.	Клас сумішей	гарячі	АСГ
		холодні	АСХ
2.	Вид асфальтобетону	крупнозернистий	КР
		дрібнозернистий	ДР
		піщаний	Пщ
3.	Група за щільністю	щільні	Щ
		пористі	П
		високопористі	ВП
4.	Тип гранулометрії заповнювача	А	А
		Б	Б, Бх
		В	В, Вх
		Г	Г, Гх
		Д	Д, Дх
5.	Марка асфальтобетону	І	І
		ІІ	ІІ

До складу асфальтобетонних заводів (рис. 2.11) входять ємності, криті майданчики для зберігання бітумів. Склади заповнювачів, мінерального порошку та добавок.



*Рис. 2.11 – Схема виробництва асфальтобетонної суміші за традиційною технологією:*

*1,2 – склад заповнювачів, 3,4 – стрічковий конвеєр, 5 – сушильний барабан, 6,7 – циклони, 8 – елеватор, 9 – сортувальний пристрій, 10 – змішувач, 11 – склад мінеральних добавок, 12 – нагрівач бітуму, 13 – бункери готової продукції, 14 – кабіна оператора.*

### **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.

## 2.5 Виробництво 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; труби – дренажні й каналізаційні; заповнювачі для легких бетонів – керамзит, аглопорит; санітарно-технічні вироби – ванни; дорожня цегла; вогнетривкі матеріали.

Як *глинисту* сировину 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. Таку кераміку застосовують, наприклад, в радіо- та космічній техніці.

### 2.5.1 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, де гідратовану глину, кварцовий пісок, гранульований шлак, золу ТЕС. Шамот – це зернистий порошок із зернами 0,16...2,5 мм, який отримують подрібненням попередньо випаленої до спікання глини. Шамот поліпшує сушильні властивості глин. Дегідратовану глину одержують її випалюванням при температурі 700...750 °С з наступним подрібнюванням.

*Плавні* знижують температуру випалювання й спікання глини, підвищують щільність виробів. Як плавні використовують польові шпати, залізну руду, доломіт тощо. Вони здатні утворювати з  $\text{SiO}_2$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$  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  $\text{CO}_2$ , 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).

### **2.5.2 Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби)**

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

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

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

### **2.5.3 Основи технології керамічних матеріалів і виробів**

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

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

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

#### **2.5.4 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 (рис. 6.1), глину подрібнюють на вальцях грубого і тонкого помелу. Для ефективнішого подрібнення її ще піддають переробці в бігунах. Після подрібнення глину подають у глинозмішувач, де вона перемішується з добавками до однорідної пластичної маси й зволожується до вологості 20..25%. Такий спосіб передбачає формування виробів на стрічкових пресах, які можуть бути вакуумними і без вакуумними. Для формування порожнистої цегли і керамічного каміння у мундштуці преса встановлюють порожнино-утворювальне осердя, що складається із скоби, до якої прикріплено стержні — порожнино-утворювачі. Вакуумування глини дає змогу видалити з неї повітря знизити формувальну вологість на 3..4 %, поліпшивши вдвічі-втричі формувальні та міцнісні властивості сирцю. Глиняний брус, який виходить з-під преса, розрізають автоматичним різальним апаратом на вироби заданого розміру.

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

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

Напівсухий спосіб переважає пластичний, оскільки не потребує сушіння виробів і дає змогу використовувати мало пластичні глини, завдяки чому зменшується потреба у виробничих площах і кількості працівників. Проте цегла напівсухого пресування має меншу морозостійкість.

#### **2.5.5 Виробництво керамзиту**

Керамзит здобувають випалюванням попередньо сформованих гранул із спучуваних глин з добавками чи без них. У залежності від фізико-механічних властивостей вихідної сировини застосовуються сухий, пластичний способи виробництва керамзиту.

Сухий спосіб застосовують при використанні сланців, шунгитутримуючих порід, аргілітів і інших однорідних по складу крупно структурних

камнеподібних порід, що піддаються при кар'єрній вологості дробленню і розсіву (рис. 7.1).

При підготовці напівфабрикату фракцій 2,5-5 і 5-15 чи 5-10 і 10-20 мм перевага повинна бути віддана двох чи тріступінчастому дробленню сировини з відсіванням придатних фракцій після кожного дробильного агрегату. Таке рішення зменшує вихід фракцій менш 2,5 мм, що при відсутності лінії але випалу керамзитового піску йдуть у відвал. Окремі фракції сирцю подають з видаткових бункерів ваговими дозаторами в обертову піч (розміром-2,5X24 м) попередньої теплової обробки (до 400 °С в плин 20 хв.), а потім в обертову випалювальну піч (розміром 3,5X20 м), де матеріал спучується при 1120—1150°С на протязі 12—15 хв.

Щоб уникнути утворення спеків у 2 м від зони спучування з боку гарячого кінця подають порошок вогнетривкої глини, кварцового піску чи піритних недогарків. Готовий продукт із температурою близько 900 °С надходить по жолобу через откатну голівку печі в барабанний холодильник (розміром 2,2X16 м) для охолодження до 600 °С. Остаточне охолодження до 70 °С відбувається в аерожолобі шириною 200 мм і довжиною 10 м.

До позитивних сторін сухого способу виробництва варто віднести простоту схеми, не численність технологічних переділів, менша витрата електроенергії, зменшення витрат на організацію виробництва. Недоліки способу: неповне використання сировини, неможливість коректування складу напівфабрикату органічними і мінеральними добавками, одержання готового продукту підвищеної крутості.

**Пластичний спосіб** підготовки сировини і готування напівфабрикату застосовують при використанні зволжених пластичних і пухких глинистих порід однорідного і неоднорідного складу.

Переробка добре спучуючихся глин по пластичному способі зводиться в основному до попередньої обробки маси, грануляції і подачі гранул сирцю в сушильну установку чи в обертову піч. Для уведення твердих добавок передбачений прийомний бункер зі стрічковим живильником, що дозує добавки безпосередньо на лінію переробки глин. Рідкі добавки при необхідності подають насосом у видатковий бак, постачений вентилем і механізмом дозування. Для формування гранул використовують стрічкові преси зі спеціальними мундштуками з отворами діаметром 6—12 мм.

Опудрююча установка складається з прийомного бункера, шнека-живильника, стрічкового елеватора, видаткового бункера, дискового живильника й опудрюючого барабана розміром 1,6X8 м. Опудрюючу добавку в окремих випадках подають також через холодний чи гарячий кінець печі.

Сирцьові гранули обпалюють в обертових печах довжиною 20—50 м і діаметром 1,8—3 м (рис. 2.12 ). Після випалу охолоджені в барабанних чи шарових холодильниках гранули з температурою близько 80 °С подають скребковими конвеєрами й елеваторами у відділення гравієсортування.

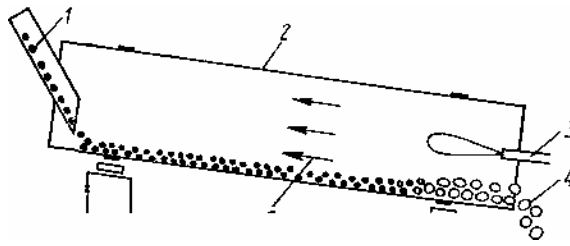


Рис. 2.12 - Схема обертової печі для виробництва керамзиту:  
 1 – завантаження сирцевих гранул;  
 2 – обертова піч; 3 – форсунка; 4 – керамзит

### 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.

### 2.6 Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій з важких бетонів

На сьогодні у будівництві при переважному використанні монолітного бетону визначне місце займають збірні вироби та конструкції, завдяки їх підвищеній якості, довговічності та архітектурній виразності. Крім того, збірний залізобетон дозволяє виконувати будь-який заданий ритм зведення будівель та споруд.

Конструкції виконуються в основному лінійними площинними і блоковими. До лінійного відносяться колони, ферми, ригелі, балки, прогони різного призначення; до площинних — плити покриття і перекриттів, панелі стін і перегородок, стінки бункерів і резервуарів, підпірні стінки; до блокових — масивні вироби фундаментів, стін підвалів. В окремих випадках виготовляють також конструкції просторового типу: санітарні кабінки, об'ємні блок - кімнати, кільця колодязів.

Виробництво залізобетонних виробів і конструкцій здійснюється на конвеєрних, напівконвеєрних, поточно-агрегатних, касетних і стендових технологічних лініях.

Конвеєрне виробництво є удосконаленим видом поточно-агрегатного способу. При ньому форми з виробами переміщуються від одного поста до іншого спеціальними транспортними засобами в примусовому ритмі. Весь процес виготовлення виробів поділяється на ряд технологічних операцій, одна чи декілька з яких виконуються на визначеному пості.

Конвеєрні лінії поділяються: по характеру роботи на роботи періодичної і безупинної дії; по способі транспортування — з формами, що пересуваються по рейках чи роликах, і з формами, утвореними безупинною сталеву 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. Частина операцій звичайно виконують одночасно, наприклад операції розпалубки виробів і огляду і підготовки форм сполучають з формуванням виробів. Формування виробляється на віброплощадках в одиночних і групових формах. До складу технологічної лінії, як правило, входять формувальний агрегат з бетоноукладачем; установки для заготівлі і натягу арматури; формоукладник; камери твердіння; ділянки розпалубки, остигання виробу, їхньої обробки і технічного контролю; пост чищення і змачення 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 (касетно-конвеєрний спосіб виробництва). Ущільнення бетонної суміші виробляється за допомогою зовнішніх і глибинних вібробуджувачів. 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 вібробуджувачами.

Зменшення транспортних витрат при комплектації об'єктів може бути досягнуте шляхом виготовлення виробів на відкритих біля об'єктних полігонах, за агрегатно-потоковою або стендовою технологією.

### **2.6.1 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 дротовою, 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 2 мм і довжиною від 3 до 200 мм. Для виготовлення фібри застосовують сталевий низько вуглецевий дріт. Із метою кращого анкетування поверхню дроту профілюють, деформують або травлять. Для виготовлення фібри застосовують і відпрацьовані та некондиційні канати. Фібра може бути поліпропіленовою, поліетиленовою, нейлоною. Базальтовою, азбестовою тощо. Вибір матеріалу фібри залежить від конкретних умов будівництва та техніко-економічного обґрунтування. Застосування фібри підвищує міцність бетону, але утворює додаткові виробничі труднощі.

Залізобетонні вироби і конструкції армуються плоскими та гнутими сітками, каркасами та закладними деталями. На будівельний майданчик централізовано поставляються мірний арматурний прокат, важкі сітки з робочою арматурою з діаметром більше 12 мм. Вони, зазвичай, виготовляються з гарячекатаної арматури з кроком 200 – 600 мм. Для виготовлення легких сіток застосовують арматурний дріт діаметром від 3 до 5,5 мм класів В1 та Вр1. 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 повздовжніх прутків.

Закладні деталі виготовляють зі сталевих пластин або зі штампованих елементів. Для виготовлення закладних деталей використовують гарячекатану листову, смугову та фасонну сталь марок  $C_{т3_{пс}}$ ,  $C_{т3_{сп}}$ . 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.

### **2.6.2 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 унеможлиблює 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.

### **2.6.3 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 5-15 м<sup>2</sup>. Для вакуумування вертикальних поверхонь застосовують вакуум-опалубку, яка складається з вакуум-щитів, елементів жорсткості та кріпильних деталей. Для створення вакууму застосовують агрегати з поршневым 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.

У Фінляндії та інших країнах для виготовлення конструкцій застосовується спосіб віброекструзії, заснований на одночасній дії вібрування та пресування бетонної суміші, що вичавлюється крізь екструдер.

Установка складається з приймального бункера бетонної суміші, поверхневого вібратора, шнекового нагнічувача та механізму пресування. Бетонна суміш захоплюється шнеком в подається в камеру пресування екструдера, звідки вичавлюється на піддон або стенд.

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.

#### **2.6.4 Доглядання за процесом твердіння**

Доглядання за бетоном полягає в забезпеченні належних температуровологісних умов структуроутворення. Заходи по догляданню за бетоном представлені в табл. 2.4.

**Таблиця 2.4 - Основні методи витримування бетону**

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

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

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

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

### 2.6.5 Прискорення твердіння

Основні способи теплової обробки залізобетонних конструкцій представлені в табл. 2.5.

**Таблиця 2.5 - 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. 2.13)

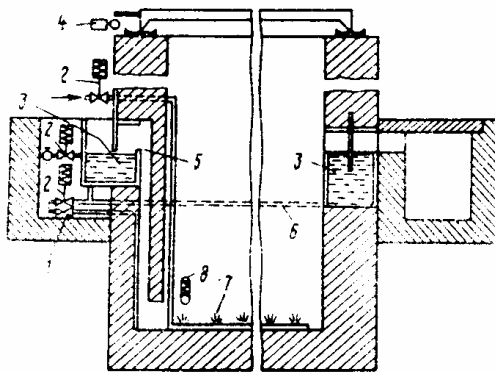


Рис. 2.13. – Камера пропарювання:

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.

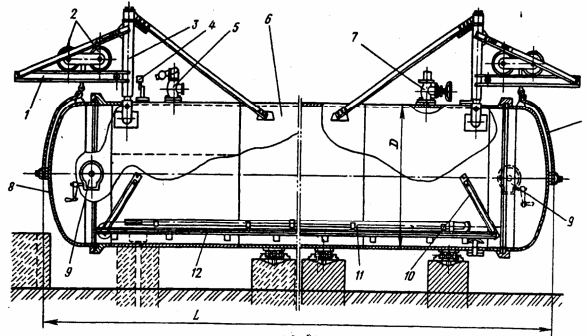


Рис. 2.14 – Автоклав:

1 – кронштейн; 2 – візок; 3 – стійка; 4 – манометр; 5 – кран; 6 – металевий циліндр; 7 – штуцер із краном; 8 – кришка; 9 – лебідка; 10, 11 – паропровід; 12 – рельси

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

Режим теплової обробки складається з таких етапів:

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

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

При проектуванні режимів теплової обробки бетону можливі різні варіанти. Рекомендується підйом температури «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-потоквою або стендовою технологією.

### **2.6.6 Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону**

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

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

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

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

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

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

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

Узагальнення і аналіз досвіду сучасного будівництва свідчать про те, що залізобетон зберігає за собою пріоритетне місце в загальній структурі світового виробництва будівельної продукції. При цьому основними напрямками його розвитку є:

- розробка і застосування конструкцій з високоміцних бетонів та з неметалевим армуванням;
- вдосконалення конструкцій з попередньо-напруженою арматурою;
- повторне застосування матеріалів при виготовленні залізобетонних конструкцій;
- вдосконалення методів проектування і посилення залізобетонних конструкцій.

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?

## ТЕМА 3. ВИРОБНИЦТВО МЕТАЛЕВИХ, САНІТАРНО ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ І СТОЛЯРНИХ ВИРОБІВ

### *3.1 Основи технології і організації виробництва металевих виробів*

Останнім часом в Україні спостерігається помітне розширення застосування металевих конструкцій для каркасів, огорожувальних конструкцій та покриття. Це значно зменшує навантаження на фундаменти будівель, дозволяє виконати їх з меншими розмірами, отримати відчутну економію на роботах нульового циклу.

Застосування металоконструкцій замість збірного залізобетону дозволяє використовувати для монтажу крани значно меншої вантажопідйомності, що також зменшує вартість будівельно-монтажних робіт.

### *3.1.1 Чорні метали та сплави й матеріали на їхній основі*

*Білі чавуни* – це сплави, в яких вуглець знаходиться у зв'язаному стані – у вигляді цементиту. Ці чавуни мають високу твердість та крихкість і практично не обробляються ні різанням, ні тиском. Проте значна кількість цементиту обумовлює високу зносостійкість білих чавунів. Цей матеріал переробляють на сталь та сірі чавуни.

*Сірі чавуни* характеризуються наявністю в структурі вуглецю у вільному стані – у вигляді графіту пластинчастої форми. Чим більше графіту, тим нижчі механічні властивості чавуну. Ось чому кількість карбону не повинна перевищувати 3,8 %, але для забезпечення ливарних якостей його повинно бути не менше 2,4 %.

Сірі чавуни поділяють на сірі, високоміцні, леговані, ковкі.

Незважаючи на низькі механічні властивості, сірі чавуни мають ряд позитивних якостей: низька собівартість, високі ливарні якості, добрі антифрикційні властивості, висока корозійна стійкість, жаростійкість.

Ковкий чавун отримують з білого тривалим відпалюванням при високих температурах.

Маркують ковкі чавуни літерами **КЧ**, за якими вказують дві групи цифр. Першою позначено границю міцності, другою – відносне видовження у



процентах. Наприклад, **КЧ 350-10** – ковкий чавун міцністю 350 МПа, відносне видовження складає 10 %.

Високоміцні чавуни отримують модифікуванням, тобто перед розливанням у рідкий чавун додають домішки магнію або церію (до 1%). За ДСТУ 3925-98 високоміцні чавуни маркують літерами **ВЧ** і двома групами цифр: першою позначено границю міцності при розтягу, другою – відносне видовження. Наприклад, **ВЧ 800-2** - високоміцний чавун міцністю 800 МПа, відносне видовження складає 2 %.

По призначенню і характеристикам сталь підрозділяють на три групи А, Б и В. По способу виплавки розрізняють мартенівську, бесемерівську і конверторну сталь. Сталь групи А поставляється по механічних властивостях. Сталь групи Б поставляється з гарантованим хімічним складом, але без гарантії механічних властивостей. Сталь групи В поставляється з гарантованими механічними властивостями. Основою для будівельних зварних конструкцій є сталь групи В. Для неї встановлені такі марки: **ВСт2, ВСт3, ВСт3Гнс, ВСт4, ВСт5**.

Сталеві конструкції виготовляють з прокатних виробів, а також із гнутих та зварних профілів (ДСТУ EN 10079-2002).

Найчастіше використовують прокатні вироби: сортову сталь, листову сталь, спеціальні види прокату, труби. З прокатних виробів збирають колони, балки, бункери, башти, трубопроводи, резервуари тощо.

Сортова сталь включає профілі масового попиту (круглу, квадратну, куткову), швелери, двотаври та профілі спеціального призначення (рейки). Найлегші кутикові профілі мають розміри 20×20 мм та товщиною 3 мм, а найважчі – відповідно 250×250 та 30 мм.

Двотаври та швелери вибирають за номерами, що відповідають їхній висоті в сантиметрах. Номери двотаврів змінюються від 10 до 60, швелерів – від 5 до 40. Двотаври прокатують завдовжки до 19 м, а швелери – до 18 м.

Листову сталь залежно від товщини листів поділяють на товстолистову (4...160 мм), тонколистову (0,2...4 мм), універсальну широкополицеву (4...60 мм), рулонну та рифлену. Ширина листів 8500 мм, довжина до 12 м. Найширше у будівництві використовують сталеві листи завтовшки до 40 мм.

Металочерепиця – це багатошаровий виріб, який використовується для влаштування покрівель. Виготовляється з гарячеоцинкованої холоднокатаної листової сталі товщиною 0,5 мм, покритої після пасивації та ґрунтування шаром кольорового полімерного покриття. Довжина панелі 500...8000 мм, а крок 275...450 мм.

### ***3.1.2 Кольорові метали та сплави й матеріали на їхній основі***

Кольорові метали, на від міну від чорних, мають вищу пластичність при нормальних температурах, більшу стійкість проти корозії, більш тепло- і електропровідні, мають нижчу температуру плавлення. У будівництві кольорові метали використовують у вигляді сплавів.

**Алюміній і його сплави.** Силуміни – сплави алюмінію з кремнієм (в кількості 4...13 %). Ці сплави мають високі ливарні якості, малу усадку і пористість, тверді й міцні.

Магналії – сплави алюмінію з магнієм, які відрізняються здатністю до зварювання та високою корозійною стійкістю.

Авіалії – сплави алюмінію з магнієм та силіцієм. Дюралюміни – сплави алюмінію з міддю та магнієм. Ці сплави мають високу міцність, але меншу корозійну стійкість порівняно з магналіями.

Сплави алюмінію використовують для виготовлення зварних деталей, трубопроводів, бункерів та інших деталей та виробів.

Вироби та конструкції з алюмінієвих сплавів є антимагнітними, вогне- та сейсмостійкими, при ударі не дають іскор. Вони економічні, мають добрий зовнішній вигляд, не потребують додаткової обробки лицьової поверхні, легко обробляються різанням.

Останнім часом алюміній набуває широкого використання у будівництві для виготовлення конструкцій, в тому числі панелей зовнішніх стін та покриттів безперервного типу, підвісних стель, збірно-розбірних та листових конструкцій.

Вироби з алюмінієвих сплавів у вигляді листового прокату, гнутих і пресованих профілів широко застосовують для виготовлення огорожувальних конструкцій та вікон і дверей.

**Мідь і його сплави.** Латунь – сплав міді з цинком. Бронзи – це сплави міді з такими легуючими елементами як олово, алюміній, берилій, силіцій. Ці сплави застосовують для виготовлення таких виробів, як пружини, мембрани, слюсарний інструмент тощо.

### 3.1.3 Виготовлення металевих виробів і конструкцій

#### Склад підприємства

Типове підприємство по виготовленню металевих конструкцій складається з цехів основного (цехи підготовки металу, первинної обробки металу і заготівлі окремих деталей, основний складальний і малярно-навантажувальний) (рис. 3.1) і допоміжного (ремонтно-механічний, ремонтно-будівельний, енергоремонтний і транспортний цехи) (рис. 3.2) виробництва.



РИС. 3.1– Структура основного виробництва заводу металоконструкцій

Для забезпечення основного виробництва різними видами енергоресурсів (електроенергією, паром, стисненим повітрям і т. п.), інструментом, кріпильними виробами, електродами організуються підсобні виробництва: інструментальний і метисний цехи, цехи по виготовленню електродів, киснева і ацетиленова станції, компресорна, котельня і т.ін. Крім того, улаштовуються склади металу, напівфабрикатів, готової продукції, адміністративно-господарські і побутові приміщення і служби.

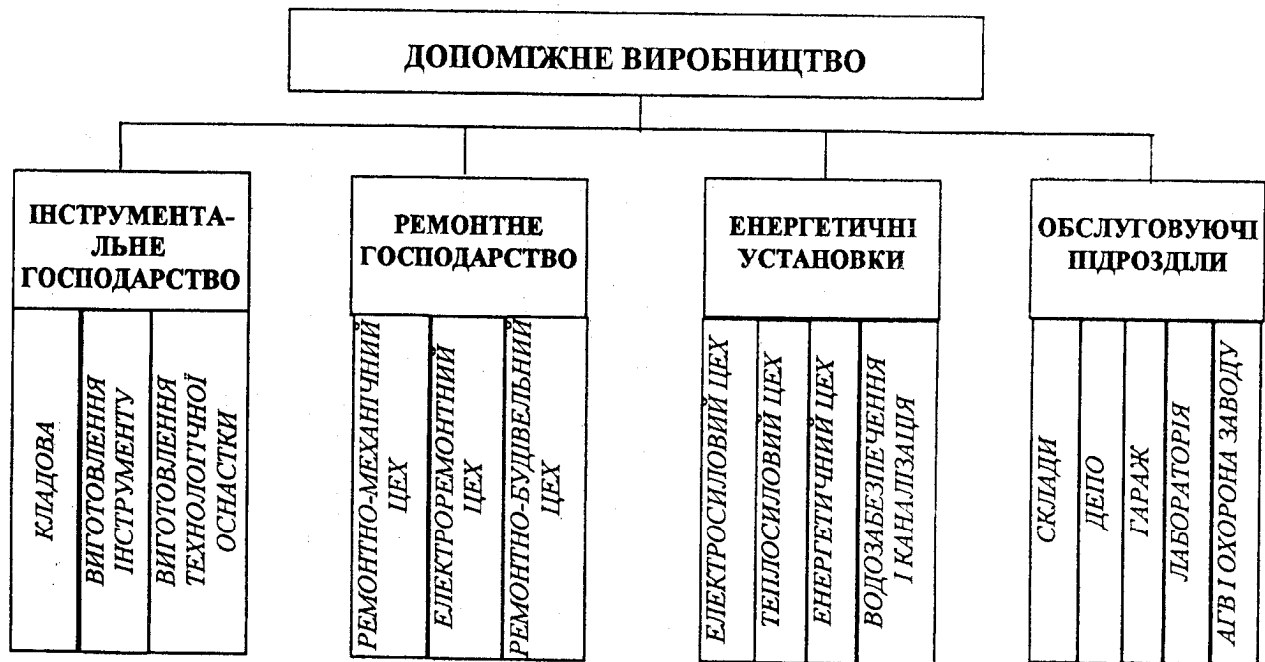


Рис. 3.2– Структура допоміжного виробництва підприємства

Розрізняють три типи виробництва: одиничне, серійне і масове (табл. 3.1).

Одиничне виробництво – виготовлення виробів для унікальних об’єктів будівництва. Серійне виробництво – випуск виробів серіями (партиями). Масове виробництво – найбільш економічне виробництво однорідної продукції у великих кількостях відповідно до стандартів.

Таблиця 3.1 – Характеристика типів виробництва

Ознаки	Тип виробництва		
	масове	серійне	одиничне
Спеціалізація робочих місць	за кожним робочим закріплені 1-2 деталіоперації	за кожним робочим закріплені 3-4 деталіоперації	деталіоперації не закріплені
Номенклатура продукції	постійна	малостійка	різноманітна
Устаткування	спеціальне	частина устаткування спеціалізована	універсальне
Пристосування	є спецоснастка	є спецоснастка	спецоснастка відсутня
Нормативне господарство	повне і точне	менш точне і менш обґрунтоване	Недостатньо повне
Технічне обслуговування робочих місць	сурово регламентоване і стабільне	стійке, більш складне	низьке, нестабільне

### Технологічна схема виробництва металевих конструкцій

В залежності від потужності підприємства і номенклатури продукції розробляється технологічна схема виробництва (рис. 3.3).

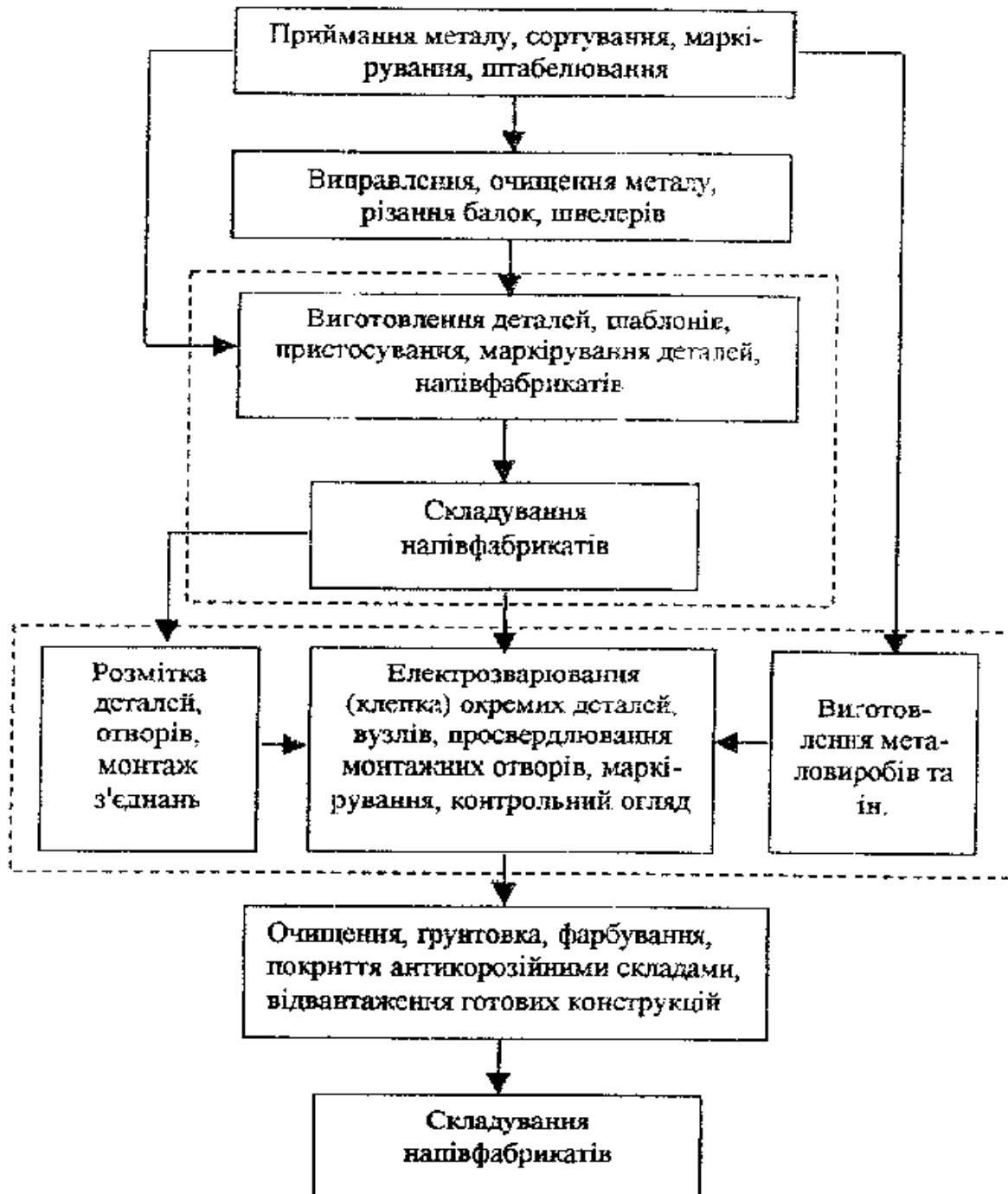


Рис. 3.3 - Технологічна схема виробництва металевих конструкцій

#### Зберігання металу

Завод-постачальник видає сертифікат на партію сталі, в якому вказує

- кількість матеріалу по профілям і розмірам;
- марку сталі;
- номер плавки;
- масу та номер партії;
- хімічний склад;
- механічні властивості, які передбачені стандартом і умовами заказу.

На сортувальному майданчику метал розпаковують, розкладають по профілям, розмірам, маркам, встановлюють його кількість (за теоретичною масою). Вибірково перевіряють відповідність металу вимогам стандартів і технічним умовам заводу та складають акт на прийом металу. При наявності відхилень від стандартів на метал складають рекламацийний акт.

Після прийомки металу проводять додаткове маркування: білою фарбою проставляють № акта й поновлюють маркування кольоровими фарбами.

Зберігають метал у штабелях висотою не менше 1,5 м із дерев'яними або металічними підкладками висотою 15 см. По висоті штабеля через 0,3 – 0,5 м прокладають прокладки висотою не менше 12 см, довжиною на 10 – 20 см більші за ширину штабеля. Відстань між прокладками повинна бути такою, щоб не було перегину або провисання металу.

Ширина штабеля кутової сталі, двотаврів і швелерів приймається 2 – 2,5 м із перев'язуванням шарів металу.

Після вирізування деталей залишаються значні за розмірами частини металу, які не використовуються для даного креслення, але необхідні для застосування для інших конструкцій. Такі частини прокату називаються діловими відходами. На них переносять маркування з прокату, повертають на склад і зберігають там.

### **Правка металопрокату**

Метал виправляють такими способами:

- у холодному стані вигинанням;
- розтягуванням;
- нагріванням окремих ділянок;
- механічними методами з нагріванням металу.

При вигинанні без нагрівання метал, що треба випрямити, опирають на дві опори та прикладають зусилля з боку, протилежного напрямку первинної деформації. За цією схемою виправляють профілі на правильно-згинальних пресах і гідравлічних пресах вертикальної дії.

При випрямленні нагріванням окремі ділянки заготовок стають пластичними.

### **Розмітка та намітка**

Процес перенесення ліній обробки та центрів з креслень називається розміткою, а з шаблона на метал – наміткою. Розмітка – точніший процес перенесення розмірів на метал. Для його здійснення використовується вимірювальний та розміточний інструмент: сталі рулетки 5, 10, 20 м другого класу точності, лінійки для нанесення прямих ліній, лінійки довжиною 300 – 800 мм для вимірювання, кутовими, штангенциркулі, лекала, кернери, сталеві струни та ін.

Намітка використовується при виготовленні партії деталей або постійної номенклатури виробів. Операція здійснюється за допомогою шаблонів і різноманітних інструментів. Шаблони із контурами деталей та отворами виготовляються в майстернях. Для шаблонів застосовуються фанера, руберойд, картон, добре висушена деревина.

Обсяги розміточних робіт можна зменшити, використовуючи уніфіковані деталі, штамповку, продавлюючи отвори групами.

## Різання

Для різання металу застосовують термічний і механічний способи. Термічний спосіб різання застосовує тепло для нагрівання та випалювання металу по лінії відрізу. Різновидами такого способу є кисневе різання, плазменно-дугове, повітряно-дугове, киснево-флюсове, електродугове, лазерне.

## Штамповка

Штамповка буває роз'єднувальна (відрізування, пробивка) та формозмінююча (правка, згинання, витягування, відбортовка).

## Пробивка та свердління отворів

Пробивка отворів рекомендується для мало вуглецевих сталей класу С24 товщиною до 25 мм, класу С35 товщиною до 20 мм. Отвори пробиваються на універсальних штампочних і спеціальних пресах (рис.30).

Свердління – не такий продуктивний, але точніший процес, який забезпечує відсутність зон наклепу та мікротріщин(рис.31). .

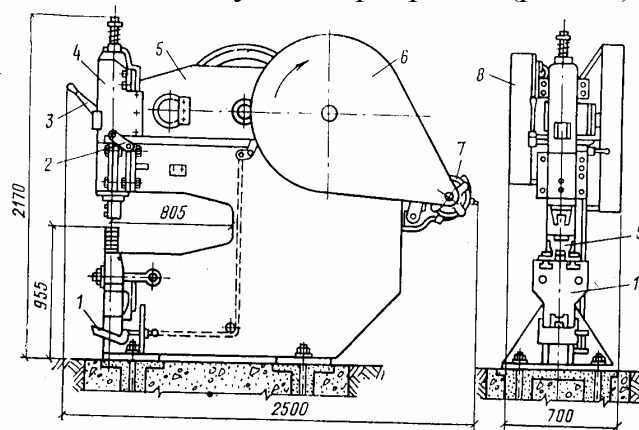


Рис. 3.4 – Діропробивний прес

1 – педаль; 2 – рукоятка включення; 3 – ричаг; 4 – корпус повзуна; 5 – станина; 6 – маховик; 7 – електродвигун; 8 – зубчате колесо; 9 – підставка; 10 – стіл

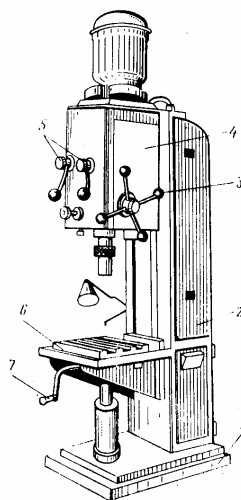


Рис. 3.5 – Вертикально-свердильний станок

1 – плита; 2 – колона; 3 – штурвал ручної подачі шпинделя; 4 – свердлильна головка; 5, 7 – рукоятка; 6 - стіл

Складання конструкцій треба виконувати тільки із ретельно виправлених деталей, зачищених від заусениць, олії, іржі, вологи тощо, на спеціальних плитах, стелажах або в кондукторах.

Основними видами з'єднань є:

- 1) електродугова сварка;
- 2) клепочне з'єднання;
- 3) болтове з'єднання.

Усі сталеві конструкції перед відправкою споживачу повинні бути зачищені від корозії на період транспортування, зберігання та монтажу шляхом нанесення ґрунтовки пневматичним розпилюванням, струйним обливом або пензлем.

В сучасних умовах на всіх без виключення об'єктах промислового і цивільного будівництва широко використовуються вироби із алюмінієвих профілів.

Як правило, заводи будіндустрії, що займаються випуском алюмінієвих профілів і виробів з них мають замкнутий цикл виробництва, заснований на широкому використанні безвідходних технологій.

Загальний цикл виготовлення алюмінієвих виробів складається, зазвичай, з таких виробництв:

- ливарне виробництво;
- пресове виробництво;
- відділення гальванозахисних покриттів;
- механо - збиральне виробництво;
- інструментальне виробництво.

### **Ливарне виробництво**

Наявність власного ливарного виробництва забезпечує необхідну гнучкість при використанні вихідної сировини.

Профілі, що використовуються для виготовлення будівельних конструкцій повинні мати цілий ряд різноманітних властивостей: механічних – для забезпечення міцності конструкцій, хімічних для нанесення захисних покриттів, тощо. Для забезпечення цих властивостей профілі виготовляються зі сплавів. Наявність необхідних домішок у сплавах забезпечується ливарним виробництвом і контролюється центральною заводською лабораторією. Окрім контролю хімічного складу зразки профілів з відлитого сплаву перевіряються на розривне зусилля з метою контролю механічної міцності.

Ця технологія дозволяє використовувати сировину з різним початковим складом домішок, що складає основу безвідходності – відходи, що неминуче виникають при обробці профілів, використовуються повторно, так як і алюмінієвий брухт або первинний алюміній.

Ливарне виробництво повністю забезпечує потреби заводу у зливках з алюмінієвих сплавів різного діаметру, що необхідні для роботи пресового виробництва.

### **Пресове виробництво**

Пресове виробництво є наступною ланкою в технологічному циклі підприємства. Зливки, що проступають з ливарного виробництва, розпилюються на заготовки і, після попереднього розігріву, пресуються.

Відпресовані профілі витягуються, це знімає остаточне напруження в металі, що виникає під час пресування. Потім профілі розпилюються на заготовки стандартної довжини і піддаються гомогенізації (розігріву, якій змінює властивості металу, уповільнює його старіння). Це покращує механічні властивості профілів.

Пресування здійснюється на горизонтальних гідравлічних пресах з різними показниками робочих зусиль, що дає можливість виробляти різні види алюмінієвих профілів від звичайного дроту до складних профілів з багато порожнинними перетинами.

### **Відділення гальванічних покриттів**

Конструкції, що виготовлені з алюмінієвих профілів та змонтовані на будівельних об'єктах, з плином часу піддаються впливу зовнішнього середовища і, у тому числі, хімічно активних речовин, які можуть викликати корозію. Щоби попередити це, профілі піддаються електрохімічній обробці – анодному окисдуванню, мета якого – збільшити товщину оксидної плівки, що покриває алюміній.

Для реалізації цього технологічного процесу служить відділення гальванічних покриттів. При додаванні спеціальних реактивів до гальванічного розчину покриття може змінювати колір. Це явище використовується при обробці профілів – під дією таких розчинів вони можуть набувати колір золотіння, старої бронзи, тощо. Профілі з нанесеним прозорим покриттям можуть бути пофарбовані порошковими емалями у різні кольори.

### **Механіко – збиральне виробництво**

Заключним етапом технологічного циклу виготовлення алюмінієвих конструкцій є механо – збиральне виробництво.

Для виготовлення «теплих» серій конструкцій на йому здійснюють збирання комбінованих профілів: між алюмінієвими складовими комбінованого профілю запресовують вставки зі склонаповненого поліаміду, які розділяють зовнішню і внутрішню сторони конструкції. Цім досягається зниження теплопровідності конструкцій і, відповідно, підвищення коефіцієнту опору теплопередачі. Для виготовлення «холодних» серій конструкцій, що монтуються, як правило в середині приміщень, використовують системи звичайних закритих профілів без термовставок.

Типові елементи конструкцій (вікна, двері, тощо) і готові елементи невеликих розмірів збирають безпосередньо на заводі, на них встановлюється фурнітура. Для збирання крупно габаритних конструкцій, що монтуються на будівельних об'єктах, механо – збиральне виробництво забезпечує розрізання стандартних заготовок профілів на елементи для наступного збирання.

### **Інструментальне виробництво**

Для забезпечення технологічної незалежності заводів алюмінієвих конструкцій на них, як правило, організують інструментальне виробництво. Виготовлення власного інструменту – матриць для пресування профілів дозволяє створювати і випробовувати власні системи конструкційних профілів, пресувати типові профілі загального призначення різних перетинів і розмірів,



виготовлювати матриці для пресування профілів створених за кресленнями замовників. Окрім матриць, інструментальне виробництво, як правило, виготовлює різноманітні штампи, кондуктори, і прес-форми для литва.

### **Запитання для контролю знань**

1. Приведіть можливу номенклатуру металоконструкцій.
2. Які типи виробництва застосовують на заводах металоконструкцій?
3. Приведіть склад типового підприємства.
4. Назвіть основні технологічні операції при виготовленні металевих конструкцій.
5. Які специфічні особливості при організації виробництва конструкцій з алюмінієвих сплавів?

### **3.2 Основи технології і організації виробництва монтажних санітарно- і електротехнічних заготовок, вузлів і деталей**

Виробництво монтажних санітарно- і електротехнічних заготовок, вузлів і деталей дозволяє суттєво індустріалізувати електромонтажні, санітарно-технічні, теплотехнічні, ізоляційні роботи, монтаж автоматики, трубопроводів тощо. Практика виготовлення монтажних вузлів на будівельному майданчику неефективна. Останніми роками дедалі частіше виготовлення напівфабрикатів та заготовок здійснюють на спеціалізованих підприємствах.

Заготівельними підприємствами монтажних організацій є: центральний заготівельний завод (ЦЗЗ), центральна заготівельна майстерня (ЦЗМ) і дільнична заготівельна майстерня (ДЗМ). ЦЗЗ є заготівельною базою, яка постачає продукцією монтажні організації, що працюють на території одного або декількох економічних районів.

В склад заготівельних підприємств входять також склади для зберігання матеріалів, виробів та інструментів, необхідних для виконання заготівельних і монтажних робіт.

В монтажних фірмах організується служба виробничо – технологічної комплектації (СВТК). Комплектується обладнання і прилади санітарно – технічних систем в СВТК безпосередньо на території складів або в спеціально обладнаних для цього невеликих за площею виробничих приміщеннях. СВТК є з'єднувальною ланкою між заводом і монтажною організацією. СВТК щодо заводу монтажних заготовок виконує функцію замовника, а щодо монтажних організацій постачальника.

У комплектування входять роботи із з'єднання насосів і вентиляторів з електродвигунами, трубного обв'язування котлів і насосів, оснащення контрольно – вимірювальною апаратурою і засобами автоматизації, трубні заготовки, зварювання ємностей і дрібних металоконструкцій, перегрупування радіаторів і обв'язування їх трубопроводами, тощо.

### **Організація виготовлення монтажних заготовок**

Виготовлення монтажних заготовок здійснюється такими методами: операційним, потоково – операційним, агрегатним або конвеєрним.

При операційному методі вироби або їх окремі частини (вузли, деталі) обробляють на верстатах, механізмах чи іншому обладнанні по операціях,

(різання і згинання труб, нанесення різьби, зварювання, тощо). Робітник, як правило, виконує не одну, а декілька операцій, переходячи з деталлю від одного верстата до іншого.

При **потоково – операційному методі** виготовлення всі операції з оброблення виробу здійснюється у певній послідовності. Робітник здебільшого виконує одну або дві – три послідовні операції на постійному робочому місці, а потім деталь передається ним самим або допоміжним робітником на інше робоче місце (часто у тарі – візочку, контейнері) для виконання наступної операції.

**Агрегатний метод** доцільно застосовувати для виготовлення типових монтажних вузлів і деталей із сталевих труб, насамперед для житлового будівництва, де ці вузли і деталі багаторазово повторюються. Агрегат (коротку потокову лінію) обладнують і налагоджують на випуск тільки одного типу виробів. Агрегат обслуговують один – два робітника, частина робочих операцій може бути автоматизована.

У конвеєрному методі виготовлення строга послідовність виконання операцій стає обов'язковою, оскільки виріб рухається на конвеєрі від одної операції до іншої, робочі місця постійні і строго фіксовані.

До складу заготівельного підприємства зазвичай входять такі цехи і відділення:

- 1) трубозаготівельний цех монтажних вузлів із сталевих труб  $D_y \leq 50$  мм з лініями типових і нетипових вузлів;
- 2) цех або відділення перегрупування і обв'язування радіаторів;
- 3) котельно – зварювальний цех з лінією зварювання трубних вузлів  $\geq 50$  мм, і лінією виготовлення ємностей та металоконструкцій;
- 4) трубозаготівельний цех або відділення виготовлення монтажних вузлів з чавунних каналізаційних труб;
- 5) відділення виготовлення заготовок з пластмасових труб;
- 6) відділення складання котлів;
- 7) цех вентиляційних заготовок;
- 8) відділення групування готових виробів;
- 9) трубоізоляційний цех;
- 10) механічний цех або майстерня (виготовлення засобів кріплення, опор, фланців, ремонт інструменту та обладнання);
- 11) ковальсько – пресове відділення (виготовлення поковок, штампованих виробів);
- 12) допоміжні і складські приміщення.

### **Виготовлення монтажних вузлів і деталей зі сталевих труб**

Під час виготовлення трубних заготовок діаметром до 50 мм послідовність виробничих процесів така: розмічання труб за монтажними кресленнями або ескізами, різання труб, нарізання або накочування різьби, згинання труб свердління отворів, комплектування трубних деталей з'єднувальними деталями і арматурою, збирання трубних вузлів на різьбових або зварних з'єднаннях, випробування на щільність, маркування і вкладання у транспортабельні пакети або контейнери, для виконання цих операцій ЦЗЗ і ЦЗМ обладнують необхідними верстатами, пристроями та інвентарем. Обладнання здебільшого групується навколо конвеєра, утворюючи конвеєрну лінію.

### **Комплектування і перегрупування радіаторів**

Готують радіатори для кожного об'єкту окремо відповідно до замовлення. У замовленні повинні бути вказані: назва об'єкту для якого готують радіатори, типи радіаторів, матеріал, з якого вони виготовленні, вимоги до матеріалу ущільнень, тиск за якого будуть працювати радіатори, кількість радіаторів з однаковою кількістю секцій, з поділом житлових будинків по під'їздах, для промислових будівель з поділом на блоки, для невеликих об'єктів без поділу. В ЦЗЗ і ЦЗМ готують радіатори не більше ніж з 16 секцій. Перегрупування радіаторів і отримання радіаторів з 4-16 секцій здійснюється шляхом збирання секцій, що постачаються заводами – виробниками.

На робочому місці всі радіатори, які призначені для групування, доповнювальні радіатори і окремі секції складаються у штабелі. Прокладки, ніпелі, різьові глухі і прохідні пробки повинні знаходитися у окремих ящиках. Гідравлічні випробування радіаторів виконують на спеціальному верстаті. Коли радіатор перебуває під тиском, його оглядають і відмічають місця протікання води. Після скидання тиску і випускання води ліквідують усі дефекти, або замінюють секції і повторно випробовують радіатор. Випробувані радіатори вкладають згідно з замовленням у контейнери або піддони для подальшого транспортування на об'єкт.

### **Ревізія, підготовка та випробування арматури**

Під час ревізії здійснюють огляд арматури, перевіряють комплектність (наявність маховичків, штурвалів, ручок, тощо), очищення від консерванту, промивання деталей, гідравлічні або пневматичні випробування в закритому і відкритому положеннях. Деталі повинні мати гладку поверхню без свищів, виїмок, тріщин, сколів, їх внутрішні поверхні повинні бути чистими. Профіль різьби повинен бути повним, без зірваних ниток і задирок, шпindelі засувок відполіровані, хід запірних органів арматури - повним без заїдань.

Треба слідкувати, щоб ризики на торцях пробкових і кульових кранів відповідали напрямку руху речовини, що транспортується.

Сальникова набивка повинна бути просочена змащувальними матеріалами і ущільнена так, щоби не створювався значний опір під час відкривання та закривання арматури. Для перевірки міцності корпусу і інших деталей, герметичності запірного органу, сальникової набивки та інших ущільнень здійснюють гідравлічні або пневматичні випробування арматури.

Арматуру систем опалення, холодного і гарячого водопостачання випробовують гідравлічним тиском 1 МПа протягом 120 с, або пневматичним тиском 0,15 МПа протягом 30 с, падіння тиску не припустимо.

Арматуру для газопроводів низького тиску випробовують на міцність гідравлічним або пневматичним тиском 0,2 МПа, а на щільність запірного органу, сальника та інших елементів – пневматичним тиском що в 1,25 рази перевищує робочий тиск. Пробкові крани для газопроводів низького тиску випробовують на щільність: із насухо притертими ущільнювальними поверхнями протягом 5 хвилин, падіння тиску не повинно перевищувати 0,1 кПа. Із нормально змащеними ущільнювальними поверхнями падіння тиску не допускається. Для випробування арматури використовують спеціальні пристрої, ванни і стенди.

### Виготовлення вузлів і деталей з пластмасових труб

Для виготовлення різноманітних деталей, вузлів і фасонних частин (рис.3.6) використовують відрізки труб з поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, тощо.



Рис. 3.6 -  
Пластмасові  
фасонні частини

Для різання пластмасових труб використовують верстати з дисковими пилами, розмічувально-відрізнi верстати, верстати гiльйотинного типу для тонкостiнних труб; електропровiднi ножiвки, труборiзи з пневмоприводом, ручнi ножiвки. Отвори  $D$  до 50 мм висвердлюють на свердлильних верстатах перовими i спiральними свердлами, отвори  $d$  бiльшим за 50 мм, вирiзають циркульними рiзцями або трубними свердлами. Під час формування труби вiдбортовують, калiбрують, формують потовщенi бортики, гладкi з жолобом пiд гумове кiльце розтруби i витягують вiдростки на трубах для трiйникiв i хрестовикiв. Нагрiвають i розм'якшують труби у ваннах з глицерином, гiколем, трансформаторною оливою, у нагрiвачах iнфрачервоного випромiнювання i повітряних печах. Вигнутi деталi пластмасових труб (вiдводи, вiдступи, скоби, компенсатори, тощо) виготовляють з труб у розм'якшеному станi на трубозгинальних верстатах. З'єднують труби з поліетилену i поліпропілену контактним стиковим, контактним розтрубним i розтрубно-стиковим зварюванням, з допомогою різноманітних пристроїв (рис. 3). Труби з ПВХ з'єднуються між собою i з фасонними частинами склеюванням в розтруб. Готовi вузли безнапiрних трубопроводiв випробовують пневматичним способом пiд водою на мiцнiсть i герметичнiсть тиском 0,02 МПа, напiрних трубопроводiв – тиском  $P_{\text{випр}} = 1,5 P_p$ , але не меншим за 0,2 МПа. Тривалiсть випробовування 2 хв.



а



б

Рис. 3.7 - Пристрої для зварювання пластмасових труб  
а) установка для зварювання труб у стик; б) ручний апарат для зварювання труб у розтруб

### Виготовлення вентиляційних заготовок

Повітропроводи залежно від умов роботи і властивостей повітря, що транспортується, виготовляють з покрівельної та тонколистової сталі, чорної та оцинкованої. Повітропроводи мають круглий або прямокутний поперечний перетин. Повітропроводи загального призначення для транспортування незапиленого повітря з  $t \leq 80^{\circ}$  виготовляють зі сталевих листів товщиною 0,55...1,0 мм завтовшки. Для повітря з більшими температурами і вологістю, а також запиленого повітря використовують сталеві листи товщиною 1,4...3,9 мм. Найчастіше для виготовлення повітропроводів використовують тонколистову сталь, пластичну сталь, тонколистову рулонну холоднокатану вуглецеву сталь, корозійно стійкі хромисті та хромонікелеві сталі, листи алюмінію і алюмінієвих сплавів, титан, металопласт, вініпласт, поліетилен, склопласти, тощо. Випуск повітропроводів здійснюється на спеціалізованих механізмах і верстатах.

### 3.3 Основи технології і організації виробництва столярних виробів

Деревину застосовують для виробництва паркету, дверних та віконних коробок, хрестовин, дверного заповнення, вбудованих меблів. Деревину й досі широко використовують для виготовлення шпал, опор ліній електропередач та як кріпильне риштування в підземних розробках.

#### Деревні породи

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

*Сосна* - ядрова порода, яка має високу міцність і низьку щільність (середня густина – 470...540 кг/м<sup>3</sup>). Ядро у неї буро-червоного кольору, а заболонь – жовтого. Деревина сосни смолиста, важко піддається загниванню її застосовують у вигляді кругляка та пиляних лісоматеріалів, а також для виготовлення столярних виробів та меблів.

*Ялина* – порода із стиглою деревиною, мало смолиста, має високі показники міцності, низьку середню густину (440...500 кг/м<sup>3</sup>). Її застосовують для виготовлення будівельних конструкцій та столярних виробів.

*Модрина* – ядрова смолиста порода з підвищеними твердістю та середньою густиною (630...730 кг/м<sup>3</sup>), стійка проти загнивання. Застосовують її в будівництві мостів, у гідротехнічному будівництві, для виготовлення шпал та рудникових стояків. Недолік деревини модрини схильність до розтріскування.

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

*Кедр* – ядрова порода, яка має низьку щільність, її механічні властивості нижчі. Ніж у сосни; застосовують як будівельний ліс, пиломатеріали, а також для виготовлення столярних виробів.

*Тис* – порода ядрова, використовується для виготовлення меблів, у будівництві широкого застосування не знайшла.

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

*Дуб* – ядрова порода, яка має високі механічну міцність, в'язкість та щільність (середня густина –  $720 \text{ кг/м}^3$ ). Має високу стійкість проти загнивання, гарну текстуру. Застосовують у відповідальних конструкціях, мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, для виготовлення столярних виробів та меблів. При тривалому перебуванні у воді деревина темнішає, поступово перетворюючись на морений дуб.

*Бук* – розсіяно-пориста стигло деревна порода. Деревина тверда, щільна (середня густина –  $650 \text{ кг/м}^3$ ), пружна, білого з червоним відтінком кольору, малостійка проти загнивання. Застосовують її для виготовлення столярних виробів, меблів та паркету.

*Осика* – заболонна стигло деревна порода. Деревина легка (середня густина –  $420 \dots 500 \text{ кг/м}^3$ ), м'яка, зеленуватого кольору. Застосовують її для фанери щепи, тари.

*Вільха* – заболонна порода з м'якою деревиною, що легко піддається обробці, нестійка проти загнивання. Застосовують її для фанери та столярних виробів.

*Береза* – заболонна порода. Деревина щільна (середня густина –  $650 \text{ кг/м}^3$ ), має високі міцність, в'язкість; нестійка проти загнивання. Застосовують її для виготовлення фанери, столярних виробів, меблів та паркету, опоряджувальних робіт.

*Вологість* значною мірою зумовлює якість деревини. Розрізняють гігроскопічну вологу, зв'язану в стінках клітин, та капілярну, яка заповнює міжклітинний простір. При висиханні деревина спочатку втрачає вільну (капілярну) вологу, а далі починає виділяти гігроскопічну.

Вологість деревини, що дорівнює 12 % умовно вважається стандартною. Результати визначення всіх фізичних властивостей деревини треба корегувати з урахуванням цієї вологості. При тривалому перебуванні на повітрі при сталих умовах деревина набуває вологості, яку називають рівноважною. Стан деревини в момент, коли в її структурі відсутня вільна волога, називають межею гігроскопічної вологості (для різних порід вона становить 23...35% відносно маси сухої деревини).

*Усихання, розбухання, короблення* деревини відбуваються зі зміною вологості. При висушуванні деревини до межі гігроскопічної вологості її лінійні розміри не змінюються. При подальшому висушуванні розміри деревини зменшуються: уздовж волокон на 0,1...0,4 %; у радіальному напрямі на 3...6%; у тангенціальному на 6...125. Зменшення лінійних розмірів та об'єму деревини при видаленні з неї гігроскопічної вологи називають усиханням. Із зволоженням сухої деревини до досягнення нею границі гігроскопічності, стінки деревних клітин потовщуються, розбухають, що призводить до збільшення розмірів та об'єму виробів. Цей стан називають розбуханням. Короблення деревини виникає внаслідок неоднакового усихання в різних напрямках. Широкі дошки дужче коробляться, ніж вузькі, а тому ширина дошок, які зазнають під час експлуатації наперемінного зволоження й висушування (підлога, зовнішня обшивка будівель), не повинна перевищувати 12 см.

Щоб запобігти коробленню і розтріскуванню дерев'яних виробів, треба застосовувати деревину з такою вологістю, яка відповідала б умовам експлуатації.

Деревину просочують антисептиками – хімічними речовинами, які вбивають грибні пори чи створюють середовище, в якому їхня життєдіяльність стає неможливою.

До водорозчинних антисептиків належать фтори натрію, мідний купорос тощо. До водонерозчинних антисептиків належать маслянисті (кам'яновугільна смола, антраценове масло, карболені ум) та кристалічні антисептики (технічний оксиди феніл, пентохлорфенол). Через неприємний запах їх можна використовувати для просочування дерев'яних конструкцій, які перебувають на повітрі чи у воді (шпали, частини мостів, палі).

Для оберігання від вогню деревину просочують вогнезахисними сполуками (антипіренами). Антипірени готують на основі фосфорнокислого чи сірчистого амонію, бури, борної кислоти. При нагріванні вони легко плавляться й перекривають доступ кисню або виділяють газу, які не підтримують горіння.

За характером виробництва деревообробні підприємства поділяються на лісопильно-стругальні, стругально-механічні й комбіновані. Основною продукцією лісопильно-стругальних підприємств є дошки, бруси, шпали тощо. Столярно-механічні підприємства виготовляють віконні й дверні блоки, меблі, щитовий паркет тощо.

Деревообробне підприємство включає такі підрозділи:

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

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

Столярні вироби (віконні і дверні блоки, паркетні дошки і щити, підвіконні дошки й ін.) виготовляють у деревообробних цехах, обладнаних автоматичними і напівавтоматичними лініями. До складу ліній входять деревообробні верстати серійного виробництва, нетипове транспортно-передатне устаткування і саморобне оснащення, улаштовані відповідно до технологічної послідовності обробки деталей.

*Потокова механізована лінія для виготовлення віконних плетінь і коробок віконних блоків (рис.3.8) працює в такий спосіб. Дошки, покладені на поперечний ланцюговий конвеєр, подають до торцювального верстата. Відпиляні відрізки наступним поперечним конвеєром подають до прирізного верстата. Випиляні чорнові заготівлі проходять обробку на фугувальному і рейсмусовому верстатах, після чого подаються на двосторонній шипорізний верстат і далі - на чотирибічний фрезерувальний верстат. Оброблені деталі по лотку переміщують на поперечний ланцюговий конвеєр і укладають на роликові столи, з яких вони надходять на ділянку зборки. Вибірка гнізд під петлі і захисну обробку деталей проводяться окремо на посадах, що не входять у лінію.*

Зборка віконних блоків здійснюється поточним методом на двох лініях: а) зборки й обробки стулок; б) зборки, обробки і навішення кватирок. На лінії зборки стулок виконують підготовчі операції, комплектують деталі, змазують місця з'єднань клеєм, наживляють кутові з'єднання.

Зібраний комплект стулки укладають й обжимають з чотирьох сторін. Після цього в шипових з'єднаннях висвердлюють отвори і забивають у них дерев'яні нагелі.

Далі, зібрані стулки знімають, витримують до отвердіння клею і подають на обробку фрезерними верстатами. На одному з них стулки обробляють по шаблону з трьох сторін, на іншому - вибирають чверть для притвору. Потім у стулках вибирають гнізда під петлі. Частина стулок після обробки на фрезерних верстатах надходить на лінію обробки і навішення кватирок. Зборку самих кватирок виконують на окремих постах на початку лінії. Після зачищення на фрезерних чи шліфувальному станках у кватирках випилюють гнізда, кріплять у них петлі і навішують на стулки кватирки. При зборці блоку зовнішні стулки викладають у коробку, кріплять у ній петлі стулок, потім перевертають і цвяхами приєднують внутрішню аналогічно зібрану коробку. Готові блоки укладають на візок і транспортують у малярське відділення для фарбування.

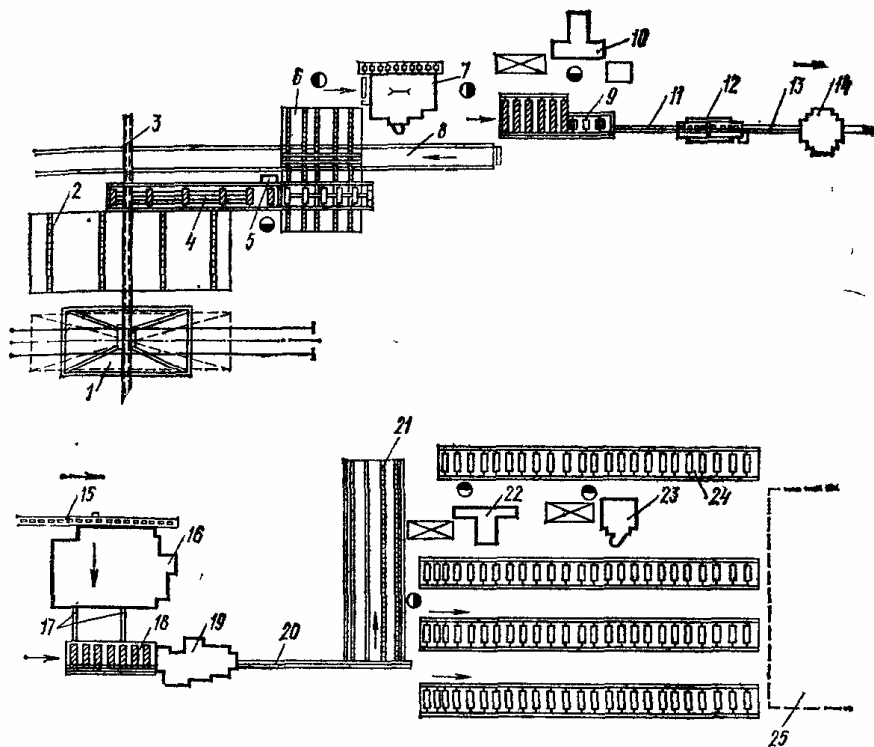


Рис. 3.8 – Схема потокової механізованої лінії виготовлення віконних плетень  
 1 - траверса; 2 - ланцюговий конвеєр; 3 - електроталь; 4, 15 - приводний роликовий конвеєр; 5 торцювальний верстат; 6, 21 - ланцюговий конвеєр;  
 7 - прирізний верстат; 8 - стрічковий конвеєр; 9 - автодатчик;  
 10 - свердлильний верстат; 11, 13, 20 - лотки; 12 - фугувальний верстат;  
 14 - рейсмусовий верстат; 16 - двосторонній шипорізний верстат;  
 17 - направляючі лінійки; 18 - приймально - передатний стіл; 19 - чотирибічний фрезерувально-кальовочний верстат; 22 – свердлильно - пазувальний верстат;  
 23 - фрезерний верстат; 24 - роликові столи; 25 - складальне відділення

Вікна поставляють на будівництво у виді блоків, що складаються з дерев'яних коробок і елементів заповнення - стулок, фрамуг, кватирок, навішених на петлі чи шарніри, пофарбованих і укомплектованих віконними приладами.



## Виробництво плит з деревини і її відходів

З відходів деревини виготовляють ряд матеріалів: арболіт, деревоволокнисті, деревостружкові плити, фіброліт.

*Деревостружковими плитами* називають листові матеріали, що одержують гарячим пресуванням деревних стружок, просочених полімером. У процесі гарячого пресування стружки ущільнюються, а полімер з в'язко текучого стану перетворюється у твердий, склеюючи при цьому наповнювач у моноліт. Деревостружкові плити виготовляють з деревини хвойних і листяних порід. У якості зв'язуючого для виготовлення плит застосовують високоякісну карбамидну смолу. Для додання їй підвищеної водостійкості в стружку вводять парафінову емульсію, для більшої біостійкості — антисептики (наприклад, пентахлор-фенол), а для вогнестійкості — антипірени (сульфат чи фосфат амонію).

Виготовляють деревостружкові плити перервним чи неперервним способом. По перервному способі здрібнену і висушену стружку змішують з полімером і направляють на формувальні рами, де піддають холодній підпресовці на одноповерхових пресах при тиску 0,5—2,0 МПа. Потім відформовані плити надходять на полки багатоповерхового гідравлічного преса, де їх пресують під тиском до 3,5 МПа при температурі 160—190°C. Відпресовані плити знімають з полиць преса і на 4—7 діб направляють на склад, де вони набирають необхідну міцність. Завершується процес виготовлення плит обрізкою і шліфуванням. По безперервному способу формування і гаряче пресування маси роблять у стрічковому гусеничному пресі чи методом видавлювання (екструзії). Деревостружкові плити випускають офактурені і неофактурені.

Фізико-механічні властивості деревостружкових плит характеризуються наступними показниками: щільність — 500 — 800 кг/м<sup>3</sup>, межа міцності при статичному вигині - 13,0-21,5МПа, межа міцності при розтягу - 0,3 — 0,35 Мпа.

Деревостружкові плити роблять методами плоского періодичного і безупинного, пресування. Плити мають розміри: довжину — 1800-3500 мм, ширину - 1220-1750 мм і товщину - 4-100 мм; їх випускають різною щільністю: дуже високої — 0,81—1,0, високої — 0,66 — 0,8, середньої — 0,51—0,65, малої — 0,36—0,5 і дуже малої — 0,35 г/см<sup>3</sup>.

Плити і готові вироби можуть бути облицьовані папером, просоченим мочевиноформальдегідним чи меламиноформальдегідним полімером. Облицьовання папером дозволяє одержати будівельні деталі з найрізноманітнішої по кольорі, малюнку і фактурі поверхнею. Деревостружкові плити застосовують для внутрішнього облицьовання стін, виготовлення вбудованих і пересувних меблів, дверних полотнин, панелей, а також для обшивання стель. Зберігати деревостружкові плити необхідно в закритих складських приміщеннях не піддаючи різким коливанням температури і вологості.

*Деревоволокнисті плити* являють собою листові матеріали, що складаються з органічних волокнистих наповнювачів, зв'язаних полімером шляхом гарячого пресування. Сировиною для виготовлення плит служать відходи деревообробних виробництв і лісозаготівель (деревна щепка), очерет, кенаф і інші волокнисті рослини. У залежності від сили тиску при пресуванні і

подальшій обробці деревоволокнисті плити бувають надтвердими, твердими, напівтвердими і м'якими (ізоляційно-оздоблювальні й ізоляційні).

Деревину на рубильних машинах переробляють у щепу, яку потім проварюють у 1...2 % розчині їдкою натру для нейтралізації смолистих і цукристих речовин. Проварену і промиту гарячою водою щепу розмелюють до тонковолокнистого стану. Потім волокна перемішують з водою, у суміш додають парафінову емульсію, антисептики, антипірени. Для виготовлення надтвердих плит у суміш уводять фенолформальдегідні полімери. Приготовлену масу виливають на сітку відливної машини, де вона збезводнюється, формується в плиту заданої товщини і направляється або в роликову сушарку для виготовлення ізоляційних плит, або в гарячий прес для виготовлення твердих плит. Пресування відбувається при температурі 150... 165 °С під тиском 1..5 Мпа (рис. 3.9).

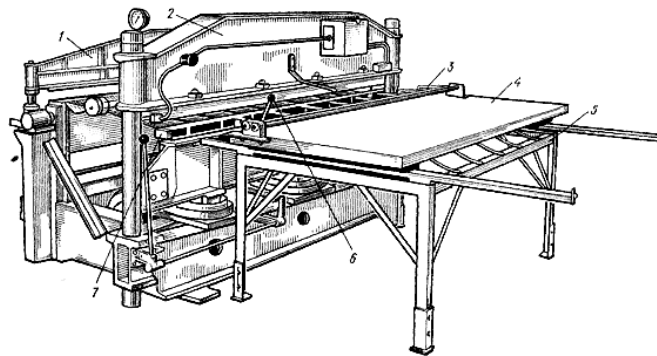


Рис. 3.9 - Прес:

1 – ножиці, 2 – верхній архітрав, 3 – товкателі, 4 – каретка, 5 – стіл, 6 – ричаг для притискування плити, 7 – плити преса

Для отримання гладкої поверхні плити й усунення подряпин застосовують шліфувальні станки (рис. 3.10).

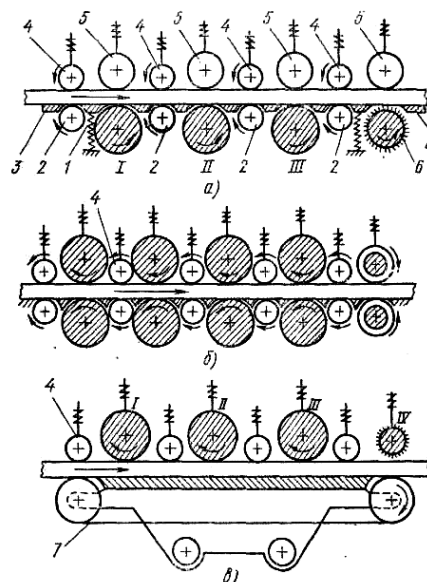


Рис. 3.10 - Схеми шліфувальних станків:

а – із вальцьовим подаванням і нижнім розташуванням барабанів;  
 б – двобоковий станок із вальцьовим подаванням; в – із стрічковим подаванням і верхнім розташуванням барабанів; 1 – пружина, 2 – нижні валики, 3 – плита станка, 4 – верхні валики, 6 – валик із щіткою, 7 – конвеєр, I; II; III – шліфувальні барабани

## **ТЕМА 4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ. ЕКОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, КОНСТРУКЦІЙ ТА ВИРОБІВ**

### ***4.1 Вимоги з охорони праці***

Виконання обов'язкових вимог з охорони праці регламентується системою державних стандартів безпеки праці (ССБП). У цю систему введені обов'язкові вимоги до електро-, пожежно- і вибухонебезпечності, рівня шуму, вібрації й освітленості робочих місць, технологічні й санітарні вимоги до виробничих приміщень, устаткування, робочого інструменту й матеріалів, засобів індивідуального захисту, ведення вантажно-розвантажувальних робіт, складування сировини, готової продукції й відходів, контролю стану навколишнього середовища.

Продуктивність праці в значній мірі залежить від використання в будівельному виробництві прогресивних будівельних матеріалів і технологій, сучасних машин і механізмів, раціональної організації праці й робочого місця. Культури виробництва, виконання вимог техніки безпеки й виробничої санітарії.

З метою створення нормальних умов праці для робітників регламентується тривалість робочого дня, необхідних перерв під час роботи, щорічних відпусток тощо.

Розробка прогресивного технологічного процесу обов'язково повинна враховувати робочу зону й антропометричні дані людини (його зріст, довжина рук, ніг тощо). Робоча зона визначається умовними дугами, які може описати витягнута рука людини при повороті плеча або ліктя на рівні робочої поверхні. Робоча зона повинна з'єднуватися з простором, зручним для огляду. Максимальна висота при цьому становить 1,8 - 2,0 м, а зручна висота перебуває – 0,9 – 1,5 м. на робочому місці мають враховуватися зовнішні фактори: температуро-вологісний режим, звукові хвилі.

Умови праці визначають її ефективність і рівень травматизму на виробництві.

За ступенем виробничого стомлення, характеру і кількості професійно-технічних захворювань всі роботи, пов'язані з витратами фізичної енергії, діляться на три категорії:

- легкі роботи (категорія I) – для їх виконання потрібні незначні фізичні зусилля; переміщення вантажів вагою до 10 кг;
- роботи середньої важкості (категорія II);
- важкі роботи (категорія III).

За ступенем шкідливості й небезпеки роботи діляться на такі види:

- шкідливі: систематична робота в несприятливих умовах (забруднення повітря радіоактивними, іншими шкідливими речовинами понад припустимі норми. При високій температурі й вологості);
- небезпечні (наприклад, робота на висоті).

Небезпечні й шкідливі фактори на виробництві діляться на такі види:

- фізичні – підвищення запиленості і загазованості повітря робочої зони (машини, шум, вібрація);
- хімічні – за характером дії на організм людини: токсичні, дратівні, мутагенні, шлунково-кишкові, слизової оболонки, тощо;

- біологічні – дії бактерій, вірусів, грибка й продуктів їхньої життєдіяльності, мікроорганізми;
- психофізіологічні – фізичні та нервово-психічні навантаження, монотонність робочого процесу.

При виконанні різних робіт на виробництві часто доводиться стикатися з незручними й несприятливими умовами: вібрація, вузькі проходи, робота на висоті тощо. Ці умови варто враховувати при визначенні небезпечних зон робочого місця.

Відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» приміщення, в яких виконуються роботи повинні відповідати таким вимогам:

- температура повітря в приміщенні повинна бути в межах 19 – 22 °С;
- відносна вологість – 40 – 60 %;
- у приміщенні без природного провітрювання обов'язково повинна бути передбачена вентиляція (за ГОСТ 12.4.021 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования»);
- рівень шуму на робочому місці не повинен виходити за межі вимог ГОСТ 12.1.003 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности» – 70 децибелів;
- гранично допустимі значення місцевих вібрацій установлюються за ГОСТ 12.1.012 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» і становлять 20 – 70 Гц, амплітуда коливань 1,5 – 0,05 мм;
- освітленість робочих місць залежно від виконуваних робіт становить за нормативами (СНиП И-4 «Естественно и искусственное освещение») 30 – 75 Лк;
- рівень іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів матеріалами не повинен перевищувати норм, установлених ДБН В.1.4-02 «Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів у будівництві. Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні» (370 Бк/кг).

Виробничий пил сприяє захворюванням дихальних шляхів і легенів. Особливо небезпечний для здоров'я пил, що знаходиться в будівельних матеріалах: вапні, цементі, цеглі у вигляді оксиду кремнію.

Основні методи боротьби із запиленістю:

- контейнеризація й фасування матеріалів – при транспортуванні, виконанні вантажно-розвантажувальних робіт і зберіганні;
- механізація вантажно-розвантажувальних робіт, подрібнення й просіювання;
- забезпечення місцевої припливно-витяжної вентиляції.

Захист від впливу шкідливих і токсичних речовин полягає в суворому виконанні основних вимог:

- токсичні речовини треба зберігати в герметично закритій тарі, постійно контролювати їх вміст у повітрі згідно з санітарними нормативами і правилами (СанПіН II – 19 «Перелік регламентованих у повітрі робочої зони шкідливих речовин»);
- приготування матеріалів, що містять легколеткі розчинники, токсичні речовини повинно виконуватись на відкритому повітрі або в приміщенні з вентиляцією;
- робота зі шкідливими й токсичними матеріалами вимагає дотримання певних правил і застосування індивідуальних засобів захисту. Так, робітники,

зайняті гашенням вапна, повинні бути захищені спецодягом, гумовими рукавицями, респіраторами й окулярами.

#### ***4.2 Основні джерела антропогенного забруднення навколишнього середовища. Характер забруднення***

Охорона природи – це комплекс взаємозалежних між собою технічних, санітарно-гігієнічних, законодавчих та організаційних заходів, спрямованих на охорону атмосферного повітря й природних водойм від забруднювачів (промислових викидів і стоків, що містять шкідливі речовини, пил, аерозолі тощо), утилізацію промислових відходів.

Істотний збиток навколишньому середовищу наносять підприємства будівельної індустрії – заводи з виробництва цементу, гіпсу. Асфальтобетону, полімерних матеріалів, лаків, фарб тощо. Кількість забруднених токсинами й забруднювачами речовинами викидів в атмосферу знижується за рахунок впровадження передових технологій. Герметичного устаткування, застосування ефективних пило- і газуловлювачів, фільтрів, сучасних методів очищення.

Природні води, верхній шар ґрунту забруднюються маслами й розчинниками, що попадають в них під час мийки механізмів. Для зменшення забруднення ґрунту і водойм необхідне переведення підприємств на маловідходне виробництво.

Найбільші забруднення відбуваються у місцях видобутку корисних копалин і в будівництві. Виробництво будівельних конструкцій та матеріалів являє собою сукупність складних технологічних процесів, пов'язаних з перетворенням сировини в різні стани і з різними фізико-механічними властивостями, а також з використанням різного ступеня складності технологічного обладнання та допоміжних механізмів. У багатьох випадках ці процеси супроводжуються виділенням великої кількості полідисперсного пилу, шкідливих газів та інших забруднень. До таких технологічних процесів відносяться завантаження, перевантаження та розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування і пакування.

Підвищене виділення пилу спостерігається при виробництві бетонної суміші у змішувальному відділенні – до п'яти гранично допустимих концентрацій (ГДК). Для арматурних цехів, а також цехів з виробництва нестандартних металевих конструкцій характерні пил металів та їх окалин, зварювальні аерозолі двоокису вуглецю та марганцю. Пил металів та їх окалин, що виділяється при холодній обробці металу, незначно перевищує санітарні норми.

При технологічному процесі виробництва силікатної цегли підвищене виділення пилу спостерігається при завантаженні вапняку й піску кранами, дозуванні їх на стрічковому конвеєрі, транспортуванні, сортуванні, грохоченні, змішуванні, при пересуванні. На робочих місцях у приміщеннях підготовки суміші запиленість перевищує санітарні норми від 2 до 20, у формувальному цеху – від 2 до 5 разів.

При виробництві кераміки й глиняної цегли пиловидалення перевищує ГДК на складах глини в 1,5-2,5, піску – 5-7, сумішоприготувальному цеху – 12-15 разів, а у відділенні помелу шамоту запиленість досягає 30-32

ГДК. На ділянці навантаження та розвантаження запиленість у 2-3 рази перевищує допустимі концентрації.

У цехах сушіння та випалювання в основному виділяється оксид вуглецю – відповідно до 1,5-2 і до 3-4 ГДК, сучасний ангідрид – відповідно 1,5 і 2-3 ГДК.

Основне пиловидалення при виробництві мінеральної вати на перевищує санітарні норми у 40-70 разів, на дільниці печей – у 10-20, формування мінеральної вати – у 5-10 разів. Концентрації фенолу, аміаку, формальдегіду перевищують санітарні норми приблизно однаково – до 1,5-2 разів. Виробництво деревоволокнистих плит пов'язане з виділенням таких самих шкідливих речовин. На дільниці технологічної лінії з обробки щепи парою і деревної маси, у відливній машині, при пресуванні плит, їх гартуванні та зволоженні виділяються гази, що перевищують ГДК у 1,2-1,5 рази. На дільниці механічної обробки деревоволокнистих плит концентрація перевищує ГДК у 1,3-1,6 рази. При різанні, фрезуванні, шліфуванні деревини повітря біля робочого місця забруднюється полідисперсним деревним пилом, концентрація якого перевищує санітарні норми у 1,5-3 рази, іноді – до 5-10 разів. Виробництво цементу, вапняку, доломіту, інертних матеріалів супроводжується на окремих ділянках особливо сильним пиловидаленням, що перевищує ГДК у 5-10 разів, а в деяких випадках – до кількох десятків і навіть сотень разів.

Виробництву будівельних конструкцій і матеріалів на окремих дільницях властиве підвищене виділення пари й теплоти. На деяких робочих місцях влітку температура досягає 30-40°С, у той же час є робочі місця, де взимку температура буває мінусовою. Існують дільниці з підвищеною (85-95%) й дуже малою (25-30%) вологістю, сильними протягами.

У результаті спалювання паливних ресурсів в атмосферу планети щорічно викидається понад 22 млрд. т двоокису вуглецю і понад 150 млн. т сірчаного газу. Внаслідок спалювання великої кількості твердого палива (переважно вугілля) поблизу металургійних центрів нагромаджуються також такі шкідливі речовини, як хлорвуглеводні, діоксин, вуглеводні, що мають мутагенні та канцерогенні властивості й переносяться з димом на відстані десятки й сотні кілометрів. Забруднення довкілля постійно підвищується через зростаючу токсичність промислових і побутових відходів.

Збитки від відходів – це не тільки величезні площі землі, зайнятої звалищами, териконами, шлакосховищами, а й смертельні дози різних токсикантів, що роками розносяться дощовими водами, а також дим й пил від них.

Здавалося б, це дрібниця – биті люмінесцентні лампи на звалищах. Але кожна така лампа містить 150 мг ртуті, яка здатна отруїти на рівні ГДК близько 500 м<sup>3</sup> повітря.

Більш шкідливими газовими забруднювачами є сірчаний і сірчистий ангідриди, окиси азоту, бензопірен, аміак, сполуки хлору, фтору, окиси вуглецю. Серед твердих часток промислових димів найпоширенішими є частки вугілля, золи, сульфатів і сульфідів металів.

### 4.3 Види забруднювачів

До головних видів забруднень навколишнього середовища належать: механічні домішки (пил, попіл, шлаки, будівельне сміття тощо).

Хімічні забруднення – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи й сполуки штучного походження, які надходять у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовини й енергії.

Біологічні забруднення – це різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства – бактеріологічна зброя, нові віруси.

Фізичне забруднення – це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною. За іншою класифікацією всі антропогенні забруднення поділяють на дві великі групи – матеріальні й енергетичні.

До першої групи належать такі:

1) атмосферні забруднення (газоподібні, пилоподібні, у вигляді туману й змішані);

2) стічні води (оборотні, умовно чисті й забруднені, зі значним перевищенням концентрації шкідливих речовин);

3) тверді відходи (токсичні й нетоксичні).

До другої групи віднесені теплові викиди, шуми, вібрації, ультразвук й інфразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання, електромагнітне випромінювання.

Під стійкими антропогенними забруднювачами розуміють такі, що довго не зникають, не знищуються самостійно природою (різні пластмаси, поліетилен, деякі метали тощо).

Нестійкі забруднювачі – ті, що негативно діють короткий час і розкладаються, розчиняються чи знищуються в екосистемах завдяки природним фізико-хімічним або біохімічним процесам.

Під навмисним забрудненням розуміють цілеспрямоване знищення лісів, використання родючих земель і пасовиськ під забудову, утворення внаслідок діяльності людини кар'єрів, неправильне використання поверхневих і підземних вод, мінеральних ресурсів, вилов риби та ін.



Супутні забруднення – це поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери окремих районів та планети в цілому від комплексного негативного впливу антропогенної діяльності (знепустелювання, висихання боліт, озер морів, поява кислотних дощів, потепління клімату через “парниковий” ефект, зменшення озонового шару).

Рис. 4.1 – Принципова схема техногенного впливу на навколишнє середовище

#### **4.4 Вплив забруднювачів на здоров'я людини**

Серед виробничих отрут найбільш поширеними є метали. У промисловості використовують переважно важкі метали: свинець, ртуть, цинк, марганець, хром, нікель, кадмій та ін. З швидким розвитком техніки почалося впровадження також інших металів і сплавів: легких (берилій, літій), тугоплавких (ванадій, титан), розсіяних (талій, селен), рідкоземельних (цезій, іридій).

У виробничих умовах метали зустрічаються в різних сполуках. Рідкі метали найчастіше діють на організм у вигляді аерозолів, дезінтеграцій та конденсацій.

Характерною особливістю важких металів після потрапляння до організму є їх нерівномірний розподіл між клітинами й тканинами.

Виділяючись через сечові шляхи, слизові оболонки травного каналу і різні залози, деякі метали спричиняють у них паталогічні зміни (наприклад, свинець та його сполуки є протоплазматичними отрутами, які діють на всі органи і системи організму людини і зумовлюють особливо великі зміни у нервовій системі).

Розглянемо вплив деяких будівельних матеріалів на самопочуття людини.

Один з найпоширеніших хімічних канцерогенів у навколишньому середовищі – ароматичний вуглеводень бензапірен, який утворюється внаслідок високотемпературних процесів термічної обробки органічної сировини, неповного згоряння. Так, підвищення концентрації бензапірену в повітрі на кожен нанограм в  $1 \text{ м}^3$  підвищує захворюваність на рак на 0,4 на 100 тис. населення.

Матеріали для покриття типу фарб чи килимових виробів, текстильні товари, піноізоляційні матеріали, які містять формальдегід, ушкоджують кон'юнктиву ока й дихальні шляхи. Відмічають підвищення частоти захворювань на рак легень внаслідок відкладання сполук радону. Він може також надходити до кісткового мозку.

Азбест, який має ізоляційні й протипожежні властивості, використовують у різноманітній продукції у вигляді термоізоляційного матеріалу, акустичних покриттів, полум'я гасників у вигляді азбоцементу, вінілазбестових покриттів для підлоги тощо. При цьому може відбуватися безперервний вихід азбестових волокон у повітря приміщень. Азбест спричиняє різні захворювання – від азбестозу до раку легень.

При виробництві будівельної цегли використовують дуже багато води, яка потрапляє у повітря разом зі шкідливими газами, паром.

#### **4.5 Засоби боротьби зі шкідливим впливом на довкілля**

Очищення повітря від викидів сірчистого газу може здійснюватися при попередній обробці палива для видалення з нього сірки чи шляхом уловлювання сірчистого ангідриду з газів у очисних спорудах. При використанні вапнякового способу газу промивають у скрубери вапняковим молоком, яке реагує з  $\text{SO}_2$ .

Аміачний спосіб очищення газів від  $\text{SO}_2$  буває циклічний і нециклічний. За циклічним способом попередньо ретельно очищають повітря від механічних домішок, охолоджують його до  $35\text{-}40^\circ\text{C}$  і пропускають через розчин сульфід амонію. Нециклічним способом повітря очищають від сірчистого ангідриду, пропускаючи через розчин сульфату амонію.



Очищення викидів від оксидів азоту здійснюють за допомогою окислювальних методів, що ґрунтуються на попередньому окисненні  $\text{NO}_3$  з наступним поглинанням  $\text{NO}_2$  та  $\text{N}_2\text{O}_3$  різними поглиначами. У промисловості використовують метод окислення  $\text{NO}$  у газовій фазі за допомогою кисню. Для каталітичного очищення найчастіше застосовуються каталізатори, які містять дорогоцінні метали. Як паливо використовують водень, природний і нафтовий газ, оксиди вуглецю та ін.

Вентиляційні викиди деяких виробництв, пов'язаних з фарбуванням та сушінням різних виробів, містять органічні речовини, концентрації яких значно перевищують ГДК для атмосферного повітря. Якщо ГДК розчинників у атмосферному повітрі, залежно від складу, не повинна перевищувати в середньому  $0,6 \text{ мг/м}^3$ , то їх концентрації у вентиляційних викидах досягають  $1...10 \text{ мг/м}^3$ . Для утилізації і знешкодження таких викидів використовують адсорбційний та окислювальний методи. Найбільш розповсюджений адсорбент при рекуперації легких розчинників – активоване вугілля. Як десорбуючі агенти застосовують гостру насичену чи перегріту водяну пару, пари органічних речовин та інертні газ. Як правило, вуглеадсорбційні установки для рекуперації легких розчинників сьогодні включають два адсорбери з нерухомим шаром активованого вугілля, які працюють періодично: в одному з них здійснюється очищення забрудненого повітря, а в другому – термічна регенерація.

При визначенні методів знешкодження найбільш розповсюджених у будівельній індустрії токсичних газів потрібно враховувати, що це газу неоднакові за своїми фізико-хімічними властивостями, тому для їх уловлювання не можуть бути використані якісь одні методи очищення. В умовах підприємств промисловості будівельних матеріалів при невеликих об'ємах очищуваних газів раціональним є термічне знешкодження прямим спалюванням в автономних топках.



Рис. 4.2 – Принципова модель управління якістю навколишнього середовища

Застосування вогневого методу зневоднення промислових викидів дістало розповсюдження у виробництві червоної глиняної цегли.

Існують ще й інші види очищення викидів у промисловості будівельних матеріалів, такі як очищення вентиляційних викидів від пилу, очищення викидів від окису вуглецю, способи очищення повітря від шкідливих домішок, аеродинамічне пиловидалення та очищення пилових викидів, захист виробничої техносфери від зварювання та інших аерозолів.

### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Назаренко І.І., Туманська О.В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації: Підручник.- К.: Вища шк., 2004.- 590 с.:іл.
2. Сівко В.Й., Поляченко В.А. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручник.- К.: ТОВ «АВЕГА», 2004.- 280 с
3. Файнер М.Ш. Виробнича база будівництва: навч. посібник / М.Ш.Файнер.- Чернівці : Чернівецький нац. Ун-т, 2010.- 216 с.
- Пешковский О. И. Технология изготовления металлических конструкций: Учебник. – 3-е перераб. и доп. – М.: Стройиздат., 1990 – 350 с.
4. Ратушняк Г.С. Відросилова технологія формування декоративних бетонних виробів: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2007. – 161 с.
5. Справочник строителя. Т.1. Современные строительные материалы / Г.С. Фокин, Е.В. Кондращенко. – Х.: АЛЕВ – ИНФОТРЕЙД, 2008. – 424 с.
6. Пешковский О.И. Технология изготовления металлических конструкций. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 349 с.
7. Волянський О.А. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2-х ч. – К.: Вища шк., 1994. – Ч. 1. Технологія бетону, 1994. - 271с.
8. Русанова Н.Г. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2-х ч. – К.: Вища шк., 1994. – Ч. 2. Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій, 1994. – 334 с.
9. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учеб. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 96 с.
10. Ушеров-Маршак О.В. Бетони та сухі будівельні суміші: тлумачний словник: навчальний посібник / О.В. Ушеров-Маршак, К.В. Латорець. – Х.: Колорит, 2010. – 104 с.
11. Справочник по строительным материалам и изделиям / Ю. Д. Нациевский, В. П. Хоменко, В. В. Бегляцов. – К.: Будивельник, 1990. – 144 с., ил.
12. Деревянные конструкции и детали / В. М. Хрулёв, К. Я. Мартынов, С. В. Лукачев, С. М. Шутов; - 2-е изд., доп. и перераб.- М.: Стройиздат, 1983. – 288 с., ил. – (Справочник строителя)

*Навчальне видання*

**ШАПОВАЛ** Світлана Володимирівна

Конспект лекцій  
до вивчення дисципліни  
**«ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА»**  
(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання  
напрямку підготовки 6.060101 - «Будівництво»)

Відповідальний за випуск *О. В. Кондращенко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2012, поз. 19Л

Підп. до друку 05.12.2012

Друк на різнографі.

Зам. №

Формат 60 x 84 /16

Ум. друк. арк. 4,8

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011