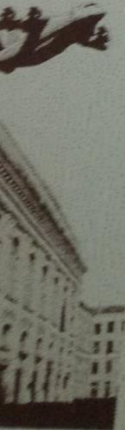


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний університет
«КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

**ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ
ВИРОБНИЦТВ
ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ
ТА МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ**

КУРС ЛЕКЦІЙ
для здобувачів вищої освіти
ОС «Бакалавр» спеціальності 161
«Хімічні технології та інженерія»



Київ 2025

УДК 615.012/.014(042.4)
О 751

Укладачі: *І. Л. Трофімов* – канд. техн. наук, доц.;
О. Л. Матвєєва – канд. техн. наук, доц.;
В. П. Циганенко – аспірант;
З. В. Грушак – асистент

Рецензенти: *О. Д. Коваль* – канд. техн. наук, доц., доцент
кафедри прикладної гідроаеромеханіки і
механотроніки (Національний технічний
університет «Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського»);
О. М. Тихенко – д-р техн. наук, доц., професор
кафедри екології ФЕБІТ (Державний університет
«Київський авіаційний інститут»)

*Рекомендовано Науково-методично-редакційною радою КАІ
(протокол № 4/25 від 16.05.2025)*

О 751

Основи проєктування виробництв лікарських засобів та медичних виробів: курс лекцій / *І. Л. Трофімов, О. Л. Матвєєва, В. П. Циганенко, З. В. Грушак.* – К.: КАІ, 2025. – 80 с.

Містить матеріал лекцій з дисципліни «Основи проєктування виробництв лікарських засобів та медичних виробів». Розглянуто основні етапи проєктування, розрахунки технологічного та допоміжного устаткування виробництв лікарських засобів та медичних виробів.

Для здобувачів вищої освіти спеціальності 161 «Хімічна технологія та інженерія».

ВСТУП

В умовах сучасного хімічного виробництва хіміку-технологу доводиться розв'язувати складні питання, пов'язані з проектуванням та експлуатацією технологічних процесів і обладнання.

Найважливішим етапом підготовки хіміка-технолога є проектування, завдання якого – систематизація і узагальнення знань, отриманих під час вивчення загально інженерних і спеціалізованих дисциплін, а також набуття навичок самостійної роботи з технічною і довідковою літературою.

Основною метою викладання дисципліни є розширення і систематизація знань майбутніх фахівців у галузі проектування хімічних підприємств з виробництва лікарських засобів та медичних виробів, окремих цехів, технологічних процесів і обладнання.

У роботі розглянуті основні стадії архітектурно-будівельного проектування об'єктів хімічних виробництв, розроблення генеральних планів, вибір типу будівель та інженерних споруд, складського господарства і загально-адміністративних центрів. Окрім того, розглянуто питання спеціального проектування (опалення, вентиляція, умови протипожежної безпеки та інше), які мають важливе значення під час експлуатації хімічних виробництв.

Викладено матеріали з перспективного напрямку у галузі проектування хімічних виробництв, яким є автоматизація процесів проектування (САПР), що ґрунтується на фізичному і математичному моделюванні, а також на системному підході до дослідження хіміко-технологічних процесів.

У виданні також наведені загальні і конкретні методики математичних, теплових, технологічних, гідравлічних і механічних розрахунків. Розглянуто конструювання реакторів, обґрунтування і вибір типу і конструкції апаратів та допоміжного обладнання. Наведено відомості про конструкційні матеріали, конструкції основних вузлів реакторів (сальники, торцеві ущільнення, поверхні теплообміну і тощо).

Модуль I. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ

Лекція 1. ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПЛАН І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Перспективне планування дає можливість зіставити потреби суспільного господарства в певних видах продукції з їхнім фактичним виробництвом і передбачає раціональне розміщення промислового виробництва територією країни зв'язуючи на наближення до джерел сировини, палива, енергії, до районів споживання готової продукції.

Дані перспективного планування слугують первинним документом під час розроблення проектної документації для будівництва нового промислового підприємства.

На підставі рішення уряду й з огляду на перспективні плани розвитку окремих галузей промисловості й економічних районів проектна організація розробляє техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) будівництва підприємства у вигляді проектних міркувань або доповідної записки, а також техніко-економічних розрахунків (ТЕР). Техніко-економічне обґрунтування або ТЕР є первинними плановими чи передпроектними документами, що обґрунтовують необхідність і економічну доцільність будівництва нового або реконструкцію діючого підприємства. Склад і зміст ТЕР відрізняються від ТЕО тим, що вибір майданчика під території для будівництва здійснюється з мінімальним обсягом інженерно-дослідницьких робіт для визначення можливості її використання.

Вибір і узгодження територій здійснюється під час розроблення проекту. У техніко-економічному обґрунтуванні будівництва повинна бути врахована економічна характеристика району, у якому намічене будівництво, вказуються його географічні дані, кліматичні умови, чисельність населення, території й даються характеристика земельних угідь, відомості про шляхи сполучення в районі. Окрім того, у техніко-економічному обґрунтуванні наводиться характеристика проєктованого підприємства, його потужність, асортименти готової продукції, відомості про споживання продукції підприємствами в районі й

поза ним, середні радіуси транспортування продукції, вказується намічений район або пункт будівництва, наводяться попередні орієнтовні дані про обсяг капіталовкладення й собівартості основних видів продукції, про джерела постачання сировиною, паливом, електроенергією, водою, газом, будівельними матеріалами. Обґрунтовується забезпеченість підприємства житлом для працівників та службовців і низка інших відомостей, включно з даними про виробничі й економічні зв'язки з іншими підприємствами й попередніми даними про ефективність капіталовкладень.

Техніко-економічне обґрунтування повинне здійснюватися на таких стадіях підготовки до будівництва: під час розроблення генеральних схем (планів) розвитку й розміщення продуктивних сил у країні, генеральних планів розвитку галузей промисловості, проєктів районного планування, проєктів промислових районів і вузлів, окремих промислових підприємств, будинків і споруджень.

Завдання на проєктування. Основним вихідним документом для складання проєкту промислового підприємства є завдання на проєктування, у якому повинні бути зазначені такі відомості:

- найменування підприємства;
- підстава для проєктування, район, пункт і територія будівництва;
- номенклатура продукції й потужність виробництва за основними її видами (у натуральному або грошовому вираженні) на повний розвиток і на першу чергу;
- режим роботи й намічена спеціалізація підприємства;
- основні джерела забезпечення підприємства у разі його експлуатації й будівництва сировиною, водою, теплом, газом, електричною енергією;
- умови з очищення й скидання стічних вод;
- основні технологічні процеси й устаткування;
- передбачуваний розвиток (розширення) підприємств;
- намічені строки будівництва;
- намічений розмір капіталовкладень і основні техніко-економічні показники підприємства, які повинні бути досягнуті під час проєктування;
- дані для проєктування об'єктів житлового й культурно-

побутового будівництва, стадії проектування;

- найменування генеральної проектної організації;

- найменування будівельної організації генерального підрядника.

Вибір району розміщення підприємства й територій будівництва. В основу вибору району будівництва повинна бути покладена схема планування економічних районів. Під час вирішення питання про вибір району будівництва необхідно брати до уваги такі умови:

- наявність зручного місця для будівництва будинків і споруд;

- природні, топографічні, гідрогеологічні, метеорологічні умови;

- наявність сировини;

- наявність залізних і автомобільних доріг, а також водних шляхів сполучення;

- розміри витрат на будівництво для здійснення транспортних зв'язків у період будівництва й експлуатації заводу;

- наявність у районі будівництва робочої сили й житлового фонду;

- наявність ринку збуту виробів;

- енергетичні ресурси заводу;

- можливість постачання підприємств водою;

- можливість кооперування з іншими підприємствами.

Після вибору району будівництва вибирають територію для будівництва, водночас зважають на такі чинники:

- достатні розміри території й можливість її розширення;

- зручності конфігурації ділянки;

- топографічні умови ділянки й прилягаючої місцевості, що забезпечують мінімальні витрати на земельні роботи з планування території під будинок і транспортні шляхи;

- задовільні геологічні й гідрогеологічні умови, що забезпечують можливість будівництва без застосування дорогих штучних підстав і глибоких фундаментів;

- зручне примикання до магістральних шляхів сполучення (залізничним, автомобільним, водним);

- найвигідніше розташування території до джерел води й

місця скидання стічних вод, до джерел енергії й населених пунктів.

Для правильного вибору заводської території необхідно звернути увагу на цілий комплекс техніко-економічних вимог до розміщення й планування її території, а також вимоги будівельної кліматології.

Будівельна кліматологія визначає прикладні характеристики клімату, необхідні для проектування, будівництва й експлуатації будинків і споруджень.

Температура повітря. Залежно від температурного режиму району забудови вибирають тип будинку, потужність опалювальних систем і вентиляції, теплофізичні характеристики конструкцій і т.п. Під час проектування обирають розрахункові температури зовнішнього повітря за будівельними нормами і правилами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Вітер. Вітер – рух повітря, викликаний перепадом атмосферного тиску, характеризується швидкістю й напрямком та є одним з визначальних параметрів клімату територій забудови і береться до уваги під час проектування генеральних планів, районного планування й виробничих об'єктів. Вітровий напір створює додаткові статичні навантаження на будівельні конструкції, збільшує тепловтрати будинків, перерозподіляє снігові, пилові відкладення на територіях забудови й на покрівлях будинків.

У процесі проектування зручно користуватися «трояндою вітрів» – графічним зображенням характеристик вітру, на якому наводяться дані щодо повторюваності та швидкості вітру за той чи інший період на цій місцевості.

Вологість повітря. Повітря майже завжди містить деяку кількість водяної пари. У процесі проектування використовують таку характеристику вологого повітря, як «пружність водяної пари повітря», тобто парціальний тиск водяної пари повітря. Максимально можливе насичення водяною парою за цієї температури й атмосферного тиску називається максимальною пружністю водяної пари повітря (тиск насиченої пари). Максимальна пружність водяної пари збільшується з підвищенням температури.

У разі охолодження повітря внаслідок зменшення

максимальної пружності водяної пари відносна вологість повітря збільшується доти, доки не досягне значення 100 %, тобто повітря буде повністю насичене водою. У разі охолодження повітря значення температури, за якої дійсна пружність водяної пари досягає максимальної величини, називають «крапкою роси». Для проектування будинків, що обгороджують конструкції і системи опалення, вентиляції й кондиціонування повітря, розроблені БНіП «Будівельна кліматологія й геофізика», у яких наведені пружність водяної пари та зовнішнього повітря по місяцях і середньомісячна відносна вологість повітря для найхолоднішого й найтепліших місяців. У процесі проектування зручно користуватися «трояндою вітрів» – графічним зображенням характеристик вітру, на якому наводяться дані про повторюваність і швидкість вітру за той або інший період на цій місцевості (рис. 1.1).

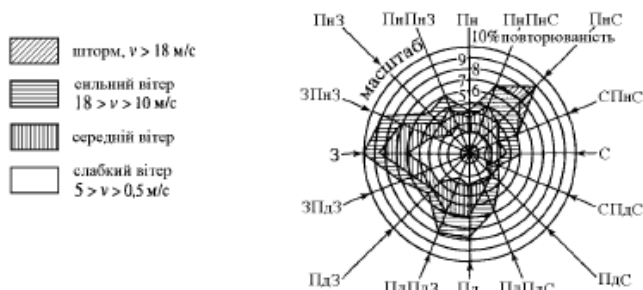


Рис.1.1. Приклад побудови троянди повторюваності і сили вітрів: Пн – північ; Пд – південь; З – захід; С – схід

Опади. Важлива характеристика клімату – кількість опадів у твердій і рідкій фазах (у вигляді снігу й дощу), що випадають на Землю: сумарних за рік; рідких і змішаних за рік; добовий максимум; обсяги снігоперенесення на місцевості; висота й щільність снігового покриву; тривалість стійкого снігового покриву. Дані про кількість опадів використовують під час проектування автомобільних доріг, генеральних планів і мікрорайонів забудови, зливової каналізації з території забудови, водостоків з покрівлі будинків, світлових і світлоаераційних ліхтарів, під час вибору упорядкування фасадів.

Сонячна радіація. Сонячна радіація, що надходить на Землю,

є одним з основних кліматоутворювальних чинників місцевості. Інтенсивність сонячної радіації залежить від географічної широти місцевості, стану атмосфери, пори року, висоти стояння Сонця. Пряма сонячна радіація – це енергія випромінювання Сонця, що досягає поверхні Землі без зміни напрямку. Розсіяна сонячна радіація – дифузійна складова енергії випромінювання Сонця, заміряна на поверхні Землі.

Вибір територій повинен бути підтверджений ТЕО та ухвалених рішень шляхом порівняння будь-яких варіантів розміщення підприємств на різних територіях у даному районі.

Розміщуючи підприємства, звертають увагу на особливості топографії та форму майданчика, оскільки вони накладають певні обмеження на компонування планувальних рішень. Ці рішення повинні відповідати вимогам технологічного процесу та забезпечувати мінімальний обсяг земляних робіт. Топографічні дані передбачають горизонтальне та вертикальне знімання, тоді як геологічні дані складаються з подовжніх і поперечних геологічних розрізів, а також карт із характеристиками ґрунтів, що отримуються внаслідок шурфування чи буріння. Для промислових підприємств не підходять майданчики з ґрунтами низької міцності, наприклад, ґрунтами-пливунами або такими, що мають фільтрувальні властивості, у поєднанні з високим рівнем ґрунтових вод. Небажаними є й майданчики зі скельними породами, які виходять на саму поверхню, адже це суттєво ускладнює спорудження тунелів та каналів. Оптимальними для будівництва є щільні гравійні ґрунти, сухі супіски та суглинки. Успішному розміщенню промислових споруд сприяють ділянки з однорідною геологічною структурою та допустимим тиском на основу ґрунту не менше ніж 0,15 МПа. Особливо складно знайти ділянки з відповідним рельєфом. Майданчики мають бути відносно рівними, з ухилами в межах 0,3–3 %. Ділянки з невеликою горбистістю чи загальним ухилом від 3 до 5 % можуть бути обмежено придатними для використання, а в гірських умовах допустимий ухил може сягати до 10 %.

Санітарні вимоги до вибору майданчика передбачають облаштування санітарно-захисних зон, забезпечення оптимального провітрювання території підприємств, створення найкращих умов

для денного освітлення виробничих приміщень та вжиття заходів для зменшення рівня шуму. Облаштовуючи санітарно-захисну зону, слід брати до уваги ступінь забруднення та особливості поширення шкідливих речовин на різних відстанях від джерел викидів. Наприклад, у разі високих і гарячих викидів зона максимального забруднення може розміщуватися на відстані 10–40 крат висоти труби від джерела викиду. У випадку низьких і холодних викидів або неорганізованих викидів ця зона розташовується на відстані 5–20 крат від висоти труби.

Контрольні запитання

1. У чому полягає особливість початкових етапів розроблення проекту?
2. Які ви знаєте основні вихідні документи для складання проекту промислового підприємства?
3. У чому полягає вибір району розміщення підприємства й територій будівництва?
4. Чим обов'язково має бути підтверджений вибір територій?

Лекція 2. ОСНОВНІ СТАДІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І УСТАТКУВАННЯ

Розроблення конструкції виробу – складний багатоступеневий процес, для якого характерні три чітко виражені стадії:

– перша (розроблення технічного завдання) – процес установлення вихідних вимог і формування попередніх (можливих і бажаних) обрисів об'єкта розроблення;

– друга (розроблення проєктної конструкторської документації) – процес послідовного поглиблення техніко-економічного розроблення інженерних рішень, які здійснюються з огляду на дані технічного завдання, результати науково-дослідних робіт і практичного досвіду;

– третя (розроблення робочої конструкторської документації)

– процес матеріального втілення результатів інженерного пошуку, систематизація дослідно-промислових даних і зіставлення їх з технічним завданням, внесення необхідних уточнень у документацію.

Конструкторська документація – це графічні й текстові документи, які окремо або в сукупності визначають склад і будову виробу. Виділяють проектну й робочу конструкторську документацію.

Проектна конструкторська документація (технічний додаток, ескізний і технічний проект) містить усі дані, необхідні для розроблення виробу, а робоча конструкторська документація – дані для його виготовлення.

Конструкторська документація не регламентує методи й способи виготовлення виробу, а також послідовність їхнього застосування. Це завдання технологічної документації. Дані конструкторської документації значною мірою впливають на їхній вибір і застосування.

Технічне завдання (ТЗ) є найважливішим вихідним документом, що визначає цілеспрямованість і раціональну послідовність проектування виробу. У процесі розроблення технічного завдання на основі аналізу й зіставлення даних практичного досвіду й результатів науково-дослідних робіт з потребами виробництва формуються якісні характеристики.

Загалом у ТЗ указують вимоги до складу й конструктивної будови виробу, до показників його якості, складових частин, вихідних і експлуатаційних матеріалів, до стадій і етапів розробки й т.д. Після узгодження й затвердження технічного завдання починається розроблення проектної документації.

Розроблення проектної документації залежно від новизни й складності конструкції виробу містить різноманітне моделювання об'єкта в документації й аналіз різних моделей, заснованих на сполученні різних за новизною й складністю складових елементів і прийняття оптимального варіанта.

Макет – виріб, що відтворює розроблювальний предмет або його складові частини в обсязі, необхідному для перевіряння принципів їхньої роботи під час створення експериментального зразка, виконанні проектної або робочої документації.

Технічна пропозиція являє собою сукупність конструкторських документів, які повинні містити обґрунтування доцільності розроблення документації виробу на підставі аналізу технічного завдання замовника, результатів науково-дослідних робіт, досвіду експлуатації аналогів, зворотної конструкції й порівняльного оцінювання різних варіантів рішень і обліком конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблювального виробу. Технічна пропозиція після узгодження й твердження є підставою для розроблення ескізного (технічного) проекту.

Ескізний проект – сукупність конструкторських документів, які повинні містити принципові конструктивні рішення, що дають загальне уявлення про пристрій і принцип роботи виробу, а також дані, що визначають призначення, основні параметри й габаритні розміри розроблювального виробу. Після розгляду й затвердження ескізного проекту приступають до виконання технічного проекту.

Технічний проект – сукупність конструкторських документів, які повинні містити остаточні технічні рішення, що дають повне уявлення про розроблювальний виріб і вихідні дані для розроблення робочої конструкторської документації. Технічний проект після узгодження й затвердження є підставою для розроблення робочої конструкторської документації на виготовлення дослідного зразка, виробу настановчої серії й виробу серійного (масового) виробництва.

Дослідний зразок виробу – виріб, що виготовляється за ново розробленою робочою конструкторською документацією для перевірення його відповідності технічному завданню, для наступного необхідного коригування документації й підготовки технологічного процесу виготовлення основних частин виробу (в окремих випадках виготовляють дослідну партію виробів).

Виріб настановчої серії – виріб, виготовлений за документацією, уточненою після виготовлення та за результатами випробування дослідного зразка для контролю його відповідності технічному завданню, перевірення технологічного процесу виготовлення виробу і наступного, необхідного коригування документації.

Виріб серійного виробництва – виріб, що виготовляється в умовах серійного виробництва періодично повторюваними серіями

за єдиною конструкторською документацією.

Виріб масового виробництва – виріб, що виготовляється безупинно в умовах масового виробництва за єдиною конструкторською документацією.

Види конструкторських документів. Конструкторські документи поділяють на графічні й текстові. До графічних належать:

– креслення деталі (без шифру) – документ, що містить зображення деталі та інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю;

– складальне креслення (шифр СК) – містить зображення складальної одиниці й інші дані, необхідні для її збирання (виготовлення) і контролю;

– креслення загального виду (шифр ЗВ) – визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних частин та пояснює роботу виробу;

– теоретичне креслення (шифр ТК) – визначає геометричну форму (обводи) виробу й координати розташування складових частин;

– габаритне креслення (шифр ГК) – визначає контурне (спрошене) зображення виробу з габаритними, встановлювальними й сполучними розмірами;

– монтажне креслення (шифр МК) – містить контурне (спрошене) зображення виробу, а також дані, необхідні для його установа на місці застосування;

– схеми (без шифру) – документи, на яких показані у вигляді умовних позначок або зображень частини виробу й зв'язки між ними (технологічна, електрична, гідравлічна, пневматична, кінематична й т.д.).

Основними текстовими документами є:

– специфікація (без шифру), що визначає будову складальної одиниці, комплекту або комплексу;

– пояснювальна записка (шифр ПЗ), що містить опис пристрою й принципи дії виробу, а також обґрунтування прийнятих під час його розроблення технічних і технологічних рішень;

– розрахунки (шифр РР), які містять розрахунки параметрів і

величин, наприклад розрахунки на міцність.

Контрольні запитання

1. У чому полягає особливість основних стадій проектування хімічних виробництв?
2. Які ви можете назвати основні види конструкторських документів?
3. Що розуміється під терміном «технічний проект»?
4. Технічне завдання, що це за документ, що встановлює та регулює?

Лекція 3. ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ДОКУМЕНТАЦІЯ

Проект будь-якого хімічного виробництва – це комплекс технічної документації, що містить пояснювальні записки, розрахунки, креслення, кошториси, які відповідають завданню на проектування. Проект виконується на основі науково-дослідних даних і експлуатаційного досвіду найсучасніших діючих заводів.

Слід зазначити, що визначальною частиною проекту хімічного підприємства з виробництва лікарських речовин та медичних виробів або окремого виробництва є механіко-технічна частина, розроблення якої передбачає:

– вибір методу виробництва, що відповідає конкретним умовам;

– створення принципової й монтажної-технологічної схеми виробництва;

– технічний розрахунок, вибір або розроблення необхідного технологічного устаткування і його раціональне розміщення;

– механізацію й автоматизацію всіх безперервних і періодичних процесів.

У міру вирішення цих питань переходять до основних частин проекту; архітектурно-будівельного, енергетичного, технологічного контролю й автоматизації.

Техніко-економічне обґрунтування проекту. Техніко-економічне обґрунтування – це поглиблена оцінка, що проводиться

для визначення практичності та життєздатності запропонованого проекту або ідеї. Воно включає оцінку різних факторів, таких як технічні, економічні, юридичні, операційні та часові аспекти, щоб визначити, чи може проект бути успішно реалізований. Виконується перевірка розміщення наміченого до проектування й будівництва підприємства, його виробничої потужності, номенклатури продукції, забезпечення сировиною, напівфабрикатами, паливом, електроенергією й водою, основних будівельних і технологічних рішень і найважливіших техніко-економічних показників виробництва й будівництва підприємства. Обґрунтування технологічної схеми, матеріальні й теплові розрахунки, розрахунки хімічних реакторів.

У ТЕО розглядаються такі питання.

Вихідні положення. Характеристика ролі підприємства, забезпечення зростання потужностей і покриття потреб у продукції, наміченої до випуску:

– відповідність рішень ТЕО схемі розвитку й розміщення галузі хімічної промисловості, а також схемі розвитку й розміщення виробничих сил району;

– стан діючого підприємства, оцінювання й аналіз його діяльності, основні техніко-економічні показники його роботи;

– обґрунтування потреби галузей господарства у продукції підприємства, його проектної потужності й спеціалізації;

– асортименти і якість продукції;

– поточні й перспективні баланси виробництва й споживання цієї продукції по основних споживачах і економічних районах, регіонам споживання продукції цього підприємства;

– аналіз технічної можливості й економічної доцільності покриття дефіциту цього виду продукції унаслідок реконструкції або розширення діючого виробництва.

Обґрунтування місця розміщення підприємства полягає у такому:

– забезпечення підприємства сировиною, паливом, водою, електроенергією, можливість скидання промислових відходів;

– наявність трудових ресурсів;

– наявність необхідних площ для будівництва виробничих, житлових і цивільних об'єктів.

Обґрунтування способу виробництва хімічної продукції. У цьому розділі проєктувальник на основі аналізу літературних даних повинен зробити обґрунтований вибір способу виробництва цільового продукту. Обираючи спосіб виробництва продукту на конкретному підприємстві, необхідно зважати на економічну доцільність комплексного перероблення сировини й відходів інших виробництв, а також вимоги споживачів до товарної форми й чистоти виробленого продукту.

Необхідно указати переваги й недоліки методів виробництва, мати у своєму розпорядженні дані по витратах на основну сировину, проєктну собівартість продукту, капітальних витратах на 1 т продукту, енерговитратах виробництва.

На підставі обраного способу виробництва складається перелік продуктів, отриманих під час здійснення основних і побічних процесів, а також перелік вихідних реагентів і матеріалів з їхньою характеристикою.

Проєктна документація призначена для *замовника*. Як замовники можуть виступати:

- промислові підприємства;
- міністерство;
- приватна особа, тобто організації та особи, зацікавлені у випуску продукції майбутнім виробником.

Проєктна документація розробляється проєктувальником. *Проєктувальник* – самостійна установа чи підрозділ проєктно-будівельного об'єднання. Проєктувальником вважається організація, яка має ліцензію на проєктну діяльність.

У розробленні і реалізації проєкту, окрім проєктної організації (генеральний підрядник), беруть участь спеціалізовані підприємства:

- будівельні;
- монтажні;
- пусконаладжувальні і т.д., які називаються *субпідрядниками*.

Відносини між замовниками і підрядниками регламентуються інструкціями щодо порядку розроблення, узгодження, затвердження і складу проєктної документації на будівництво підприємств, наприклад Будівельні норми і правила (БНІП) [1].

Відправним пунктом розробки проєктної документації є затвердження *обґрунтування інвестицій* у будівництво підприємства. Це техніко-економічне доведення необхідності створення промислового об'єкта. Обґрунтування інвестицій робить замовник, а точніше служба маркетингу організації замовника. Водночас використовуються розробки галузевих НДІ, каталогові дані та інша інформація. Якщо замовник не може самостійно виконувати обґрунтування інвестицій, то задля цього залучають *проектувальника*.

Обґрунтування інвестицій складається за специфічною формою і розкриває технічний, кадровий, фінансовий потенціали замовника і орієнтовно оцінює техніко-економічні показники майбутнього підприємства. Обґрунтування інвестицій затверджується керівником підприємства замовника. Потім, після розгляду державною експертизою, обґрунтування інвестицій затверджується *інвестором*.

Проєктна документація розробляється після затвердження інвестицій, як правило, на конкурсній основі через торги підядру (тендер). У проєкті деталізуються прийняті в обґрунтуванні рішення і уточнюються основні техніко-економічні показники. Проекувальник у своїй діяльності повинен керуватися законодавчими і нормативними актами України і її суб'єктів.

Для конкурсних торгів *замовник* і *проекувальник* укладають угоду (договір, контракт), що регулює:

- правові і фінансові відносини;
- взаємні зобов'язання;
- відповідальність сторін.

Невід'ємною частиною угоди (договору, контракту) є *завдання на проєктування і вихідні матеріали*. Попередньо замовник із проєкувальником та іншими зацікавленими організаціями вибирають майданчик для будівництва, тобто місце розташування майбутнього підприємства.

Проєктна документація на будівництво промислових підприємств може розроблятися в одну і дві стадії. Для технічно не складних об'єктів, а також для тих, що будуються за проєктами масового і повторного застосування, документація розробляється в одну стадію.

Робочий проект. Для технічно складних об'єктів, з метою виключення помилок і поліпшення якості документації, використовують двостадійне проектування. На першій стадії розробляється проект, а потім на його основі – робоча документація для будівництва об'єкта. Проект підписується головним інженером організації, піддається державній експертизі і погоджується з іншими зацікавленими організаціями. На основі затвердженого проекту за потреби готується тендерна документація і проводяться торги підряду на будівництво об'єкта. Потім підписується угода (договір, контракт), відкривається фінансування будівництва і розробляється робоча документація.

Оцінювання результатів проектування з розвитком техніки і суспільства змінювалась [2]. Спочатку від проектувальника вимагалась абсолютна ефективність майбутнього об'єкта, відтак – відносна, а надалі – питома і, зрештою, економічна ефективність. Такі оцінювання і принципи проектування призводили до негативних наслідків:

- тяжких умов праці;
- напруженість у суспільстві;
- незворотні зміни в навколишньому середовищі.

Тому необхідно орієнтуватися на *соціальну ефективність* об'єкта, що проектується і, починаючи розроблення технічної документації, інженер повинен пам'ятати про високу міру відповідальності перед суспільством.

Сучасні підприємства з виробництва лікарських засобів вирізняються великою кількістю стадій отримання цільових продуктів, складністю технічних рішень, високою енергонасиченістю і матеріалоемністю, великою протяжністю і складністю трубопровідних і кабельних комунікацій, глибокою фундаментальною взаємозалежністю за матеріалами, енергетичним і інформаційним потоками окремих стадій. Щоб розміщувати такі складні виробництва, комунікації і усі служби, потрібно створювати спеціалізовані будівлі, підземні споруди та естакади.

Будівництво і запуск виробництва лікарських засобів пов'язані зі значними витратами фінансів, матеріальних і трудових ресурсів і тому повинні здійснюватися за проектами, що забезпечують:

- реалізацію останніх досягнень науки і техніки, передового вітчизняного та закордонного досвіду;
- впровадження високопродуктивного енергозберігального обладнання, установок і агрегатів великої одиничної потужності;
- раціональне використання природних ресурсів, комплексне використання сировини і матеріалів, організацію безвідходної енергозберігаючої технології виробництва;
- автоматизацію і механізацію виробничих процесів, окремих технологічних машин і апаратів.

Розвиток сучасних виробництв супроводжується значним ускладненням технологічних схем, створенням енерготехнологічних циклів, машин і апаратів складних конструкцій, які працюють в умовах агресивних середовищ, високих температур та тисків. У зв'язку з цим, під час проектування потрібно вирішувати проблеми охорони навколишнього середовища, застосування нових матеріалів, забезпечення надійності технологічного обладнання, безпечності життєдіяльності обслуговуючого персоналу. Все це потребує удосконалення самого процесу проектування, підвищення якості проектної документації, чіткого визначення сукупності нормативних документів поза окремими стадіями проекту. В проектуванні виробництв провідна роль належить технологю, який розробляє технологічну схему виробництва, розраховує і виробляє обладнання, видає завдання фахівцям – сумісникам проектної організації на розроблення загально інженерних розділів проекту (будівельних, електротехнічних, контрольно-вимірювальних приладів, сантехнічних та інших частин), узгоджує результати виконання цих завдань з проектними рішеннями. Для координації та ув'язки усіх розділів призначається головний інженер проекту. Він є технічним керівником проекту в період розроблення та його реалізації (авторський нагляд) і несе відповідальність за правильність рішень, строки виконання і техніко-економічні показники.

Високий і сталий економічний рівень України може бути забезпечений завдяки гармонійному розвитку усіх галузей її промисловості, який повинен ґрунтуватися на впровадженні новітніх досягнень науки і техніки через проекти для будівництва

нових та модернізації діючих промислових об'єктів.

Проект виробництва – комплекс технічної документації, необхідної для її спорудження. Проект містить:

- пояснювальні записки;
- інженерно-технічні розрахунки;
- креслення;
- технологічні регламенти;
- відомості про постачання сировини і видалення відходів виробництва;
- інформацію про організацію праці;
- кошториси на усі виробничі і культурно-побутові споруди проєктованого об'єкту.

Проектування виробництв хімічної і сумісних з нею галузей промисловості є складним, різноманітним і працездатним процесом, який потрібно розглядати як сукупність цілої низки соціально-організаційних та інженерно-технічних стадій. Такий системний підхід до розв'язання проєктних задач забезпечує високий соціально-економічний рівень функціонування промислових об'єктів. Цей підхід вироблено в процесі розвитку проєктної справи. Проектування хімічних підприємств, як самостійна галузь інженерної праці відносно молода.

Останніми роками стрімко розвиваються і удосконалюються теорія математичного моделювання і оптимізація технологічних процесів, системи автоматизованого проектування (САПР) хімічних виробництв. Однак слід пам'ятати, що насамперед необхідно засвоїти загальну методику проектування.

Контрольні запитання

1. Що собою становить проєкт хімічного виробництва лікарських речовин та медичних виробів?
2. Що містить механіко-технічна частина розроблення окремого виробництва?
3. Що розуміється під техніко-економічним обґрунтуванням проєкту?
4. Що регламентують вихідні положення обґрунтування проектування проєкту?

5. У чому полягає обґрунтування способу виробництва продукції лікарських засобів?

6. У чому полягає особливість робочого проекту?

Лекція 4. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Електронно-обчислювальні машини (ЕОМ) застосовувались для проєктування ще до того, як було сформульоване поняття систем автоматизованого проєктування (САПР). Як подібні приклади можна навести програми для розрахунків методом кінцевих елементів і програми для автоматизованого проєктування електронних схем і пристроїв. Як приклади з області технології можна навести системи підготовки програм для верстатів зі числовим програмним управлінням (ЧПУ) й для креслярських автоматів. Важливий внесок у розвиток методів автоматизованого проєктування із застосуванням ЕОМ зроблено із появою мови Фортран. У 1955–1959 р.р. в Массачусетському технологічному інституті під керівництвом Росса було розроблено систему програмування АРТ, у рамках якої й сформувалося поняття САПР. На противагу сучасному поняттю САПР тоді малося на увазі просте використання ЕОМ для проєктування.

В області програмного забезпечення прагнуть до використання більшого числа даних складних структур (наприклад, об'ємних моделей). Загалом очікується поступове зниження вартості систем, що зумовлено збільшенням серійності пристроїв і програм, а також новими технологіями їх виготовлення.

Основні принципи створення САПР. Однією з основних функцій інженера є проєктування об'єктів того чи іншого призначення або технологічних процесів їхнього виготовлення. Проєктування в загальному вигляді може бути визначене як процес спрямованої дії проєктувальника (групи проєктувальників), необхідний для вироблення технічних рішень, достатніх для реалізації створюваного об'єкта, що задовольняє задані вимоги. Завершальним етапом проєктних робіт є випуск комплексу документації, що відображає ухвалені рішення у формі, необхідній

для виробництва об'єкта.

Проектування, що здійснюється за допомогою засобів автоматизації, називають автоматизованим. В автоматизованому проектуванні колектив фахівців різного профілю й засобу автоматизації поєднуються в спеціалізовану організаційно-технічну систему САПР. Роботу САПР забезпечує її персонал, а також комплекс засобів автоматизації проектування, що технічне, математичне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне й організаційне забезпечення. Взаємодія цих видів забезпечення, здійснювана персоналом системи відповідно до мети і завдань проектування, становить суть функціонування САПР, що приводить до необхідних остаточних результатів.

Реалізація основних вимог до САПР пов'язана з формуванням її типової структури, виконаної на рівні засобів лінгвістичного, інформаційного й програмного забезпечення.

Засоби лінгвістики САПР визначають склад мов, необхідних для її функціонування та взаємодії з користувачем. Лінгвістичне забезпечення містить три групи мов:

1. Мови користувача – призначені для його взаємодії із системою й службовцями для опису об'єкта, базових елементів і числових значень параметрів цих елементів. Базові елементи залежно від цільового призначення САПР описують конструкцію елемента, алгоритм його функціонування, операції технологічного процесу оброблення елемента, форми документації, що випускає САПР і т.д. Директиви керування формують технологічний процес проектування, тобто послідовність операцій під час проектування конкретного об'єкта.

2. Мови внутрішнього подання даних (МВПД) – призначені для опису інформаційної моделі об'єкта в оперативній базі даних. МВПД задають формати внутрішнього подання даних і забезпечують оперативну взаємодію між проектними процедурами, які ініціюються програмними модулями.

3. Мова машинного архіву – призначена для зберігання графічної й текстової інформації щодо спроектованого об'єкта. Мова забезпечує єдину форму подання документації в архіві, необхідну для випуску її на різних технічних засобах.

Засоби інформаційного забезпечення. Типовими

структурними одиницями інформаційного забезпечення САПР є три групи сховищ інформації САПР. Кожне сховище має свої програмні засоби керування й мови подання даних.

Першим постійним сховищем даних (складова основа бази даних САПР) є бібліотека базових елементів (БЕ) різного рівня, у яку входять:

- опис моделей, елементів різного цільового призначення та рівні інтеграції;

- опис форматів документів;

- опис технологічних даних;

- різна нормативно-довідкова інформація.

Другим є тимчасове (у межах часу проектування об'єкта) сховище – робочий масив, призначений для зберігання описів структури (елементів і зв'язків) об'єкта проектування на різних етапах створення. Форма й склад опису відповідають умовам роботи з модулями проектування. За своїм змістом робочий масив є інформаційною моделлю об'єкта.

Інформаційна модель (ІМ) об'єкта проектування – ядро процесу автоматизованого проектування конкретного об'єкта. За змістом ІМ являє собою структуру об'єкта, описану в словнику бібліотеки базових елементів і необхідну для формування математичних моделей, які використовують у різних проектних модулях САПР. Інформаційна модель створюється внаслідок трансляції вихідного опису об'єкта.

У процесі виконання проектних операцій ІМ слугує засобом інформаційної взаємодії між окремими модулями САПР. Під час виконання проектних операцій ІМ безупинно оновлюється та модифікується. На завершальному етапі ІМ являє собою остаточний опис об'єкта проектування у форматах мови внутрішнього подання й призначений для формування документації по ньому.

Третім є тимчасове або довгострокове (на час розроблення проекту) сховище документації відносно об'єкта проектування. Оскільки в САПР можуть виконуватися роботи одночасно по декількох об'єктах, сховище повинне зберігати документацію до моменту випуску її у відповідній формі. Подальшим розвитком цього сховища даних щодо спроектованого об'єкта є

автоматизована архівна служба, що виконує усі функції, властиві архіву технічної документації. До таких функцій належать: введення змін, формування зведених документів, облік розсилань та ін.

Засоби програмного забезпечення. Програмний комплекс типової САПР містить такі програмні компоненти:

1. Трансляцію вихідного завдання.
2. Формування структури інформаційної моделі.
3. Керування базою даних САПР (СУБД САПР).
4. Керування обчислювальним процесором – «Монітор-САПР».
5. Інтерфейс бази даних.
6. Моделі проектування.
7. Формування документації.
8. Ведення архіву САПР.
9. Постпроцесори випуску документації.

Програми трансляції здійснюють граматичний розбір і інтерпретацію завдання на виконання проектних робіт у САПР, що передбачає опис об'єкта проектування, опис базових елементів і директиви керування. За результатами трансляції формуються діагностичні дані для користувача про склад помилок.

Програми формування структури розгортають відтрансльований опис об'єкта з використанням бібліотеки базових елементів у режимах інтерактивної взаємодії з користувачем САПР, забезпечують оперативний автоматичний обмін даними бібліотеки БЕ з робочим модулем (РМ) по запитах програми формування вихідного модуля (ІМ).

Програма «Монітор-САПР» забезпечує керування послідовністю виконання проектних робіт відповідно до керуючих директив.

Програми інтерфейсу бази даних забезпечують переклад семантично погодженого тексту ІМ, поданого в РМ на МВПД, у форму, необхідну для програм, що виконують проектні процедури й зворотне перетворення результатів проектування у форматі МВПД робочого масиву.

Програмні модулі проектування є прикладним програмним забезпеченням, що визначає проблемну орієнтацію САПР. Кожний

модуль є системним компонентом програмного забезпечення САПР і виконує певну завершену процедуру або групу процедур. Основу процедур становлять процедури моделювання й синтезу проектних рішень. Вихідними даними є ІМ. Вихідні дані ПФД (графічні й текстові документи) зберігаються у форматах єдиного МГТІ, обраного для даної системи САПР.

Програми ведення архіву документації щодо спроектованого об'єкта забезпечують зберігання, пошук і видавання документації, сформованої в САПР по групі об'єктів, що перебувають у процесі проектування.

Постпроцесори випуску документації призначені для перетворення графічних і символічних текстів зі стандартної архівної форми, обраної в САПР, у форму, необхідну для використання на конкретному пристрої. Постпроцесори поділяють на три основних класи:

- постпроцесори випуску текстової документації на автоматах друку;

- постпроцесори формування графічної документації на графобудівниках;

- постпроцесори формування технологічної документації автоматизованого виробництва.

Застосування ЕОМ для автоматизації процесу проектування. Для промислового виробництва САПР здобувають дедалі більше значення.

Системи автоматизованого проектування – це системи, призначені для перероблення різної літерно-цифрової інформації, необхідної в процесі конструювання й розроблення технології виготовлення виробу. За допомогою САПР можливе виконання розрахунків під час проектування, оформлення й випуск креслень, геометричне моделювання й моделювання функціональних і динамічних характеристик, вирішення проблем, пов'язаних зі складанням специфікацій, технологічних карт, а також виготовлення програмоносіїв для верстатів із цифровим програмним керуванням й супровідної документації до керуючих програм (рис. 4.1).

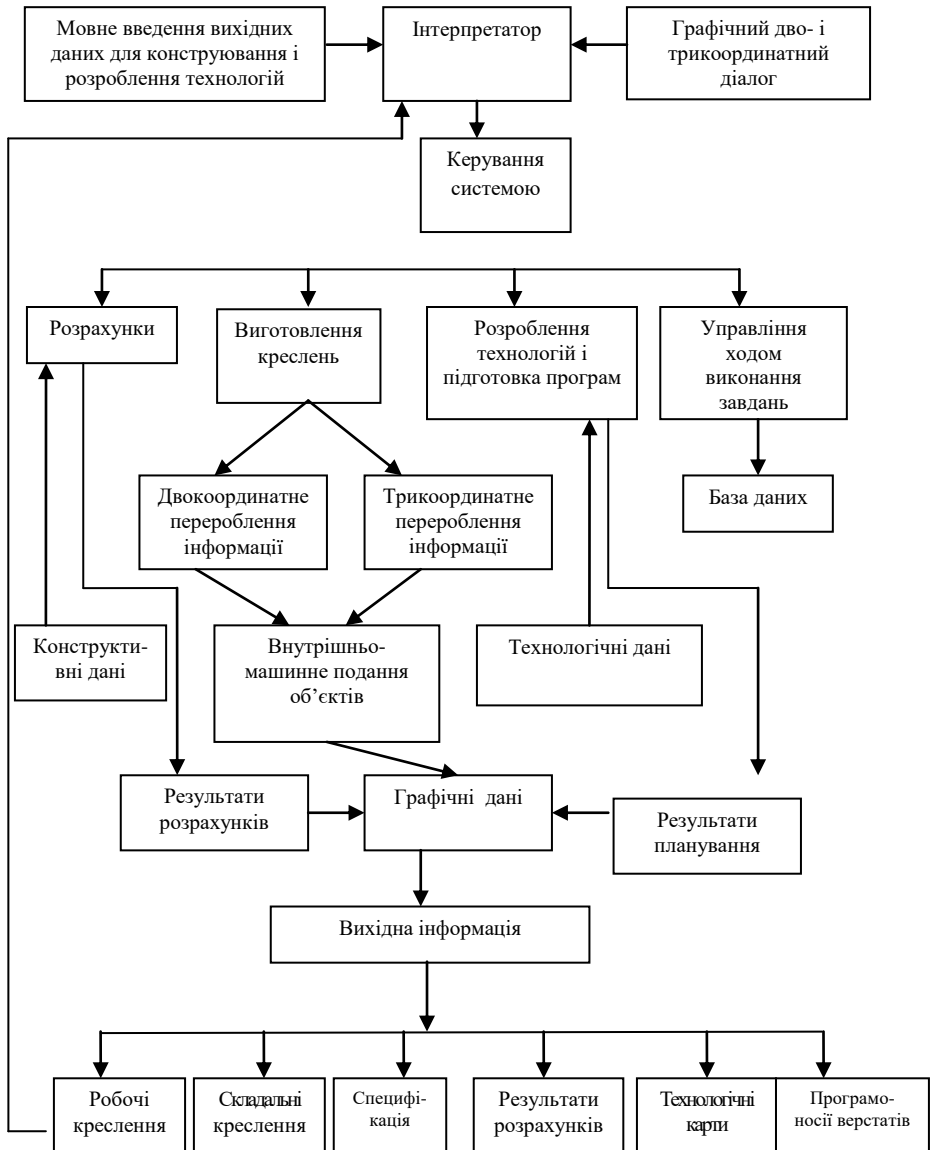


Рис. 4.1. Модульна структура програмного забезпечення

За сучасного розвитку техніки оптимальне вирішення всіх перелічених вище завдань за допомогою однієї САПР неможливо. САПР спеціалізується по галузях, наприклад існують різні системи у верстато-, літако-, автомобіле-, приладобудуванні, електроніці, будівництві та ін.

Різноманітні завдання проєктування, що розв'язуються в системі САПР, можна об'єднати в чотири групи функцій, які відповідають чотирьом заключним фазам процесу проєктування за системою Шиглі (рис. 4.2).

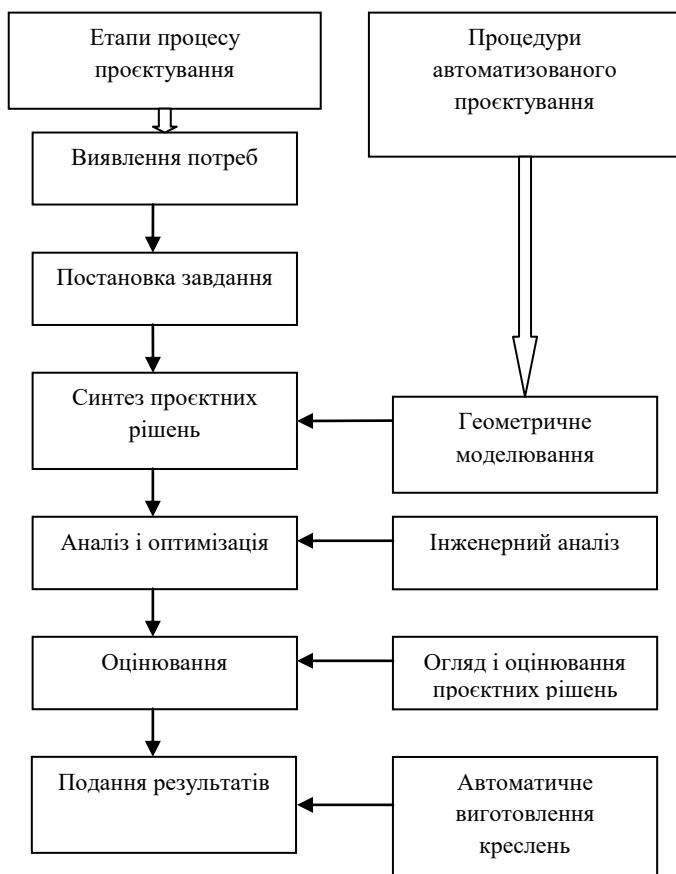


Рис. 4.2. Области застосування ЕОМ у процесі проєктування

Геометричне моделювання в рамках САПР пов'язане з одержанням зрозумілого машині математичного опису геометричних властивостей об'єкта. За наявності такого опису образ проєктованого об'єкта можна відтворити на екрані графічного терміналу, а з ним можна маніпулювати за допомогою різних сигналів, що надходять від центрального процесора САПР. Для проведення геометричного моделювання розроблювач конструює графічне зображення об'єкта на екрані терміналу системи ІМГ, уводячи в машину команди трьох типів. Команди першого типу забезпечують формування базових геометричних елементів, таких як крапки, лінії й окружності. За командами другого типу здійснюються масштабування, повороти зображення та інші перетворення базових елементів.

За допомогою команд третього типу виробляється компоновання різних елементів у цілісне зображення проєктованого об'єкта. У ході геометричного проєктування машина перетворює вхідні сигнали в компоненти математичної моделі, запам'ятовує потрібну інформацію у файлах даних і відображає отриману модель об'єкта, що проєктується на екрані терміналу. Згодом ця модель може братися з машинних файлів з метою проведення огляду, аналізу, зміни.

Існує декілька методів подання об'єкта під час геометричного моделювання. Основним є подання об'єкта в каркасній формі, коли він зображується сукупністю сполучних ліній. Каркасне геометричне моделювання існує в трьох видах – залежно від конкретних можливостей системи ІМГ:

- двовимірне (типу 2Д) – для плоских об'єктів;
- 2,5-вимірне, що дозволяє відтворювати на екрані тривимірні об'єкти, що не мають деталей з бічними стінками;
- тривимірне (типу 3Д) – дає можливість моделювати складні геометричні об'єкти в тривимірному відображенні.

Необхідно зазначити, що у разі, коли тривимірне проєктування цілком достатньо для відображення складних форм проєктованого об'єкта, існують різні методи розширення каркасного моделювання. Найбільший розроблений метод геометричного моделювання – об'ємне подання монолітних тіл. Під час використання цього методу об'єкт, що проєктується,

конструюється з монолітних геометричних тіл, які називаються графічними монолітами.

Ще одна можливість САПР – кольорова графіка, що допомагає виділяти окремі компоненти складальних вузлів, підкреслювати об'ємність і досягати інших цілей.

Інженерний аналіз. Під час виконання проєкту потрібне проведення процедури аналізу. Цей аналіз може передбачати розрахунки механічних напруг і зусиль, теплових процесів, диференціальних рівнянь, що описують динамічне поведіння проєктованого об'єкта, апаратурний розрахунок тощо. Загалом у деяких випадках для цього вдається використати універсальні програми інженерного аналізу, в інших випадках потрібне розроблення спеціальних програм для вирішення конкретних завдань.

У готові до безпосереднього застосування САПР такі засоби або передбачаються у складі системного програмного забезпечення, або можуть додаватися потім у бібліотеку програм і викликатися для використання в процесі роботи з кожною конкретною моделлю проєктованого об'єкта. Якщо отримані результати аналізу свідчать про небажані властивості поведінки проєктованого об'єкта, конструктор має можливість змінити його форму й повторити аналіз, наприклад, методом кінцевих елементів для переглянутої конструкції.

Огляд і оцінювання проєктних рішень. Перевірення точності проєктування можна легко виконати з використанням графічного терміналу. Напіваавтоматичні стандартні програми визначення розмірів і допусків, що прив'язують розмірні характеристики вказані користувачем. Це допомагає скоротити число помилок у визначенні розмірів. зазвичай в процесі огляду використовується процедура розбивання на шари. Наприклад, можливе накладення геометричного образу контурів готової деталі після механічного оброблення на верстаті на зображення «чорнового» зразка. Зазначена процедура може застосовуватися поетапно з метою контролю кожної окремої стадії виготовлення деталі.

Ще одна процедура, реалізована в аналізі проєктних рішень, полягає в перевірці взаємних накладень. Вона пов'язана з контролем місця розташування елементів компанувального вузла,

оскільки існує ризик установаження їх на місця, уже зайняті іншими компонентами. Подібний ризик особливо реальний під час проектування хімічних заводів, холодильних установок і різного виду трубопроводів складної конфігурації.

Один із найцікавіших засобів оцінювання проектних рішень – це кінематичні моделі. Стандартні комерційні пакети кінематики забезпечують можливість динамічного відтворення руху простих проєктованих механізмів начебто шарнірів і зчленованих ланок. Наявність таких засобів аналізу розширює можливості конструктора в частині візуального спостереження за роботою механізму та допомагає гарантувати відсутність зіткнень із іншими об'єктами.

Автоматичне виготовлення креслень. Автоматичне креслення припускає одержання виконаних на папері конструкторських креслень безпосередньо на базі даних САПР. Продуктивність САПР на зазначеній операції порівняно із креслярем зростає приблизно вп'ятеро. Функціональні можливості ІМГ у процедурах виготовлення креслень виявляються в автоматичному визначенні розмірів, штрихування потрібних областей, масштабуванні, а також у побудові розрізів і ізометрії, збільшенні зображень конкретних елементів деталей.

Класифікація й кодування деталей. У доповненні до чотирьох вище описаних функцій САПР варто віднести ще одну перевагу САПР: її база даних може використовуватися для розроблення системи класифікації й кодування деталей. Зміст цієї системи полягає в тому, що подібні деталі групуються в класи, і властивість їхньої подоби відображається у схемі кодування. Як наслідок, конструктори можуть використовувати систему класифікації й кодування у своїй роботі для відшукування вже наявних конструкцій деталей замість проектування їх кожен раз з початку.

Формування виробничої бази даних. Однією із причин, яка особливо виправдовує упровадження САПР, є можливість створення бази даних, необхідних для наступного виготовлення проєктованих виробів. Наразі існують автоматизовані системи, у яких на етапі проектування створюється лівова частина інформації й документації, необхідної для планування виробничого процесу й

керування технологічними операціями виготовлення проєктованих виробів.

Виробнича база даних являє собою інтегровану базу даних, єдину для САПР і автоматизованої системи керування виробничими процесами. Вона містить всю інформацію про виріб, сформований у процесі його проєктування, а також деякі додаткові відомості, необхідні для виробництва й одержувані на основі проєктних даних.

Основні переваги автоматизації проєктування. Автоматизація проєктування забезпечує низку переваг і вигід, але лише деякі з них піддаються кількісному оцінюванню. Частково ефективність САПР досягається завдяки неявним чинникам: поліпшення якості роботи, одержання змістовнішої й кориснішої інформації, удосконалювання процесу керування, й усі ці чинники важко виразити кількісно.

Деякі інші вигоди самі по собі піддаються кількісному вираженню, однак, їхній результат виявляється на пізніших стадіях виробничого процесу й тому важко оцінити відповідні вигоди під час проєктування. Цілий ряд статей економічного ефекту від упровадження САПР можна виміряти безпосередньо. До їхнього числа належать:

- збільшення продуктивності праці конструктора;
- скорочення тривалості циклів виробництва;
- зменшення необхідної кількості конструкторів-проєктувальників;
- забезпечення швидшої реакції на запити користувачів САПР стосовно використання стандартних деталей;
- мінімізація числа помилок, пов'язаних з ручним оформленням документів;
- підвищення точності проєктування;
- автоматизація процесу підготовки технічної документації;
- стандартизація проєктних рішень;
- поліпшення якості проєктних розробок;
- удосконалювання внесення конструкторських змін;
- підвищення розбірливості й інформативності креслень.

Контрольні запитання

1. Що собою становлять САПР?
2. У чому полягають основні принципи створення САПР?
3. Які типові структурні одиниці інформаційного забезпечення САПР ви можете назвати?
4. Які програмні компоненти містить в себе програмний комплекс типової САПР ?
5. У чому полягає особливість застосування ЕОМ для автоматизації процесу проектування?
6. У чому полягає особливість автоматичного виготовлення креслень?
7. Які основні переваги автоматизації проектування?

Модуль II. ПРОЄКТ ХІМІКО-ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Лекція 5. ВИБІР І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

Загальні положення. Завдання створення технологічної схеми нового виробництва – розроблення комплексу взаємозалежних процесів, що забезпечують одержання необхідних продуктів потрібної якості за мінімальної їх собівартості. Взаємозв'язок окремих процесів, можливість вирішення проблеми різними шляхами, необхідність економічного рішення зумовлюють участь у розробленні технологічної схеми фахівців різного профілю (хіміків-технологів, механіків, фахівців з монтажу устаткування і автоматизації).

Вихідні дані для розроблення технологічної схеми такі:

- завдання на проектування;
- матеріал передпроектного будівництва (передбачуваний район будівництва, потужність виробництва, відомості за технологією діючих виробництв або їхніх аналогів і т.д.);

– загальні дані щодо виробництва (температура повітря, води, умови викиду стічних вод у загальнозаводську каналізацію, скидання газів, що відходять, в атмосферу, вивезення шлаків і відходів, особливі умови й т.д.);

– рецептурні матеріали до проектування (регламент і всі зміни й доповнення до нього, звіти про науково-дослідні розробки, матеріали з підручників, монографій, довідників, періодичних видань, авторських свідоцтв і патентів, матеріали з обстеження родинних виробництв; систематизується література по методах розрахунку основних технологічних процесів і апаратів, які використовуватимуться під час проектування);

– уточнені обмежувальні параметри (заборона застосування у вигляді проміжних продуктів у технологічній схемі канцерогенних або мутагенних речовин), вибір заходів, за допомогою яких можна виключити використання сильнодіючих отруйних речовин, техніко-економічні обмеження тощо.

Послідовність розроблення технологічної схеми. Після збирання й оброблення даних на розроблення технологічної схеми приступають до складання операційної технологічної схеми. Результати зображують графічно: окремі процеси позначають прямокутником або кружками, шляхи переміщення матеріалів – суцільними лініями різної товщини. Кожному процесу й технологічній лінії привласнюється номер; усе креслення називається схемою матеріальних і технологічних потоків виробництва.

Така схема дає лише загальне уявлення про характер проєктованого виробництва, тому наступним етапом є складання операційних блок-схем окремих стадій виробництва. Блок-схема зазвичай містить такі стадії:

- підготовка сировини;
- проведення хімічного перетворення;
- виділення й очищення цільового продукту;
- створення товарної форми цільового продукту.

Технологічна схема є графічним відображенням сукупності операцій, що утворюють завершений хіміко-фармацевтичний процес. Вона виступає ключовим документом, на основі якого здійснюється подальше проектування. Схема повинна повністю

охоплювати технологічний процес, включно з усіма його етапами: від надходження сировини в цех до пакування готової продукції. Прийняті технологічні рішення під час розроблення схеми повинні бути підтверджені експериментально або обґрунтовані відповідними розрахунками. Практичний досвід свідчить, що впровадження процесів, розроблених виключно в лабораторних умовах без випробувань на дослідницьких установках, часто супроводжується значними труднощами.

Розроблення технологічної схеми передбачає кілька основних етапів:

- проведення порівняльного аналізу та обґрунтування обраного методу виробництва відповідно до заданих умов;
- аналіз складу та властивостей сировини, готової продукції й проміжних продуктів;
- визначення основних і допоміжних стадій (операцій) та їх послідовності;
- складання варіантів принципів технологічних схем;
- розрахунок матеріальних балансів для кожної стадії;
- вибір і розрахунок технологічного обладнання;
- визначення методів утилізації, перероблення та видалення відходів виробництва;
- розроблення рішень з механізації та автоматизації процесів;
- проєктування систем трубопровідної об'язки, вибір відповідних труб та арматури;
- створення графічної технологічної схеми разом із системою контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації.

Обґрунтування вибраного методу виробництва зазвичай спрощується завдяки наявності рекомендацій у технологічному регламенті або даних з науково-дослідних робіт. За цих умов *основними критеріями оцінювання методу виробництва* під час проєктування є:

- техніко-економічні показники методу;
- доступність сировинних ресурсів;
- оптимальне забезпечення доставлення сировини та транспортування продукції;
- наявність обладнання для промислового впровадження методу;

- здатність досягнути необхідної потужності виробництва та рівня якості продукції;
- дотримання санітарно-гігієнічних стандартів праці;
- відповідність екологічним нормам.

Приклад блок-схеми наведено на рис. 5.1. Наступним етапом деталізації блок-схеми є розбивка кожної стадії процесу на окремі фізико-хімічні й хімічні операції. Це один з найважливіших моментів проектування, що визначає технічний рівень і якість усього проекту. Аналіз великої кількості технологічних схем показав, що найчастіше трапляється обмежене число операцій.

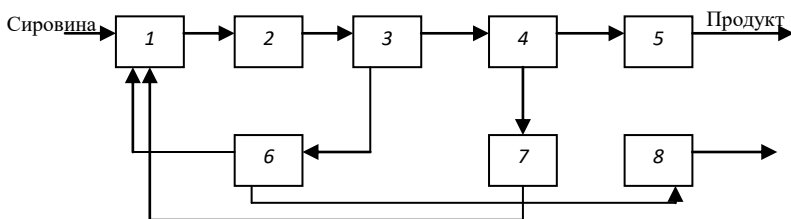


Рис. 5.1. Приклад схеми стадій технологічного процесу:

- 1 – підготовка сировини; 2 – хімічне перетворення; 3 – виділення неперетвореної сировини; 4 – виділення й очищення цільового продукту; 5 – додання товарної форми цільовому продукту; 6 – регенерація й очищення неперетвореної сировини; 7 – регенерація й очищення допоміжних речовин; 8 – знешкодження відходів

До них можна віднести:

- подавання й видавання газоподібних, рідких і твердих речовин з їхнім дозуванням, розведенням або концентруванням;
- масообмінні процеси – розчинення, кристалізація, проста перегонка й ректифікація, екстракція, абсорбція, адсорбція, десорбція;
- гідромеханічні процеси – осадження, фільтрування, центрифугування;
- теплообмінні процеси – нагрівання, охолодження, випаровування, конденсація, сушіння;
- механічні процеси – здрібнювання, класифікація й дозування твердих речовин; транспортування й перемішування

рідин;

– хімічні процеси – хлорування, нітрування, окиснення, відновлення, гідрування, піроліз і т.д.

На цьому етапі вирішуються питання про безперервний, періодичний або напівперіодичний режим проведення окремих операцій з огляду на економічну ефективність їхньої роботи. Перш ніж визначити склад операцій стадії підготовки сировини, необхідно уточнити, які форми стану сировини найраціональніші для проведення надалі хімічних перетворень в оптимальних умовах. Варто прагнути до створення однофазної системи в апаратах, де відбувається хімічне перетворення, тому що однофазні системи допомагають спростити технологічне й конструктивне оформлення хімічного процесу й легше піддаються комплексній автоматизації. Найбажаніша робота з рідинами, тому що в цьому разі можна обробляти в одиниці об'єму реактора більшу масу реагентів за одиницю часу порівняно з газовими системами. Але газові (парові) системи мають низку переваг, наприклад можливість змішувати будь-які речовини в будь-якому співвідношенні. Використання трьох і більше фаз в одному апараті не бажано.

Вивчивши стандарти й технічні умови (ТУ) на сировинні продукти, вибирають процеси й операції переведення їх у раціональну форму. Найчастіше трапляються операції приймання рідких, твердих і газоподібних продуктів, операції дозування, зважування, розчинення, перемішування, здрібнювання та ін.

У разі приймання сировинних матеріалів в умовах холодної пори року іноді доводиться передбачати їхнє попереднє підігрівання для зменшення в'язкості або плавлення в залізничній цистерні перед перекачуванням. У випадку створення складу на відкритому майданчику передбачається постійне підігрівання місткостей.

Під час приймання газоподібних матеріалів приділяється увага видаленню конденсованих фаз, наприклад фільтруванням, сушінням, сорбцією й т.д. Іноді доводиться зволожувати гази, наприклад для безпечної роботи з ацетиленом у нього додається «транспортна» водяна пара.

У разі приймання й видалення із цеху твердих матеріалів

приділяється увага механізації таких основних операцій:

- доставлення матеріалів у цех, розвантаження й розміщення їх у цеху;

- розкриття тари і її оброблення;

- підготовка матеріалів до використання;

- доставлення матеріалів до технологічних апаратів і їхнє дозування,

- оброблення й видалення твердих і сипучих відходів виробництва,

- перероблення твердих цільових продуктів.

У деяких випадках на стадії підготовки сировини доводиться здійснювати процеси й операції з підвищення якості сировини у зв'язку з тим, що вимоги технологічного процесу перевищують показники стандартів або ТУ. Зазвичай застосовуються процеси перегонки, сорбції, сушіння, фільтрування й т.п. Іноді доводиться використовувати й хімічні процеси, наприклад гідрування для видалення слідів ацетилену, розкладання перекисів, які можуть утворитися під час зберігання деяких продуктів, і т.д.

Особливої уваги потребує складання схеми стадій хімічного перетворення, тому що проведення технологічного процесу за цих умов багато в чому визначає економічну ефективність усього виробництва загалом.

Вихідними даними для складання операційної схеми в цьому разі є дані з термодинаміки, кінетики, механізму хімічної реакції, дані про фазовий стан реагентів. На підставі цих даних необхідно задатися певним типом апарата. За проведення стадії хімічного перетворення доводиться стикатися з явищами різної фізико-хімічної природи: хімічними, тепловими, дифузійними й гідромеханічними. Вони, як правило, сполучені в об'ємі апарата й характеризуються більшим числом елементів і зв'язків, ієрархій рівнів елементарних фізико-хімічних ефектів, зв'язаних ланцюгом причинно-наслідкових відносин. Тому необхідно здійснювати якісний аналіз фізико-хімічної системи й процесів, що перебігають у ній, водночас глибина деталізації залежить від ступеня вивченості розглянутої системи і явищ, пов'язаних із проєктованим процесом.

На основі проведеного аналізу можна скласти набір операцій,

що забезпечують стадію хімічного перетворення, і визначити їхню локалізацію. Результати аналізу можна подати у текстовому вигляді або доповнити текст графічною ілюстрацією (див. приклад на рис. 5.2).

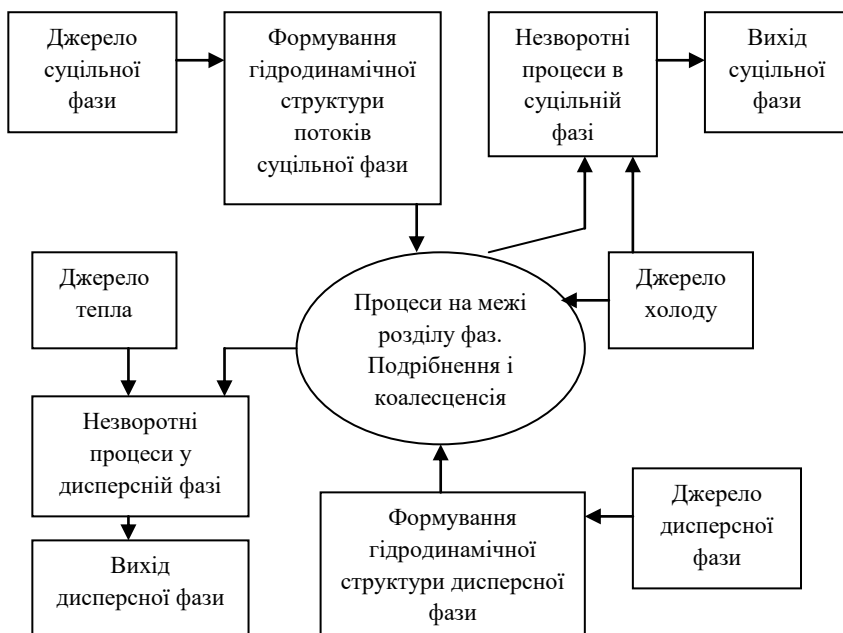


Рис. 5.2. Блок-схема фізико-хімічних процесів, що відбуваються у гетерофазному реакторі з мішалкою

Вибираючи певну операцію або їхній набір, треба точно усвідомити мету. Необхідно мати уявлення, як здійснюється та або інша операція.

Наприклад, метою перемішування може бути:

- пришвидшення плинину хімічної реакції;
- рівномірний розподіл твердих часток в об'ємі рідини;
- інтенсифікація теплообміну.

Перемішування може відбуватися як у реакційних апаратах, так і в спеціальних апаратах-змішувачах або в трубопроводах. Перемішування може здійснюватися механічними мішалками,

газом або парою, циркуляцією за допомогою насосів, вібраторами або пульсаторами.

Під час складання операційної схеми стадії виділення цільового продукту виконують такі завдання:

- випуск готової продукції відповідно до вимог стандартів і технічних умов;
- максимально можливу утилізацію побічних продуктів;
- виділення й регенерацію непрореагованої сировини й допоміжних продуктів.

Зазвичай ці завдання виконуються завдяки використанню процесів дистиляції й ректифікації, кристалізації, осадження, сорбційних процесів і т.д. Критерієм вибору процесу або комбінації процесів є відповідність вимогам стандартів і економічна ефективність. Набір операцій залежить від ухвалення рішення щодо вибору транспортування із цеху готової продукції (трубопроводами, у цистернах, бочках, контейнерах, мішках і т.п.).

Операційна схема повинна вирішувати й видалення відходів виробництва. Під відходами виробництва розуміють продукти, що відділяються в технологічному процесі, які не можуть бути використані ні на цьому, ні на інших підприємствах, і тому підлягають знищенню або знешкодженню.

Як відходи можуть бути: відпрацьована холодна вода, відпрацьовані гази, рідкі органічні сполуки, хімічно забруднені водні стоки, кислотно-лужні стоки, тверді відходи й т.д. Газові відходи перед викидом в атмосферу можна очищувати в скруберах, циклонах, електрофільтрах або подавати на смолоскип до печей спалювання.

Залежно від конкретних умов передбачаються як загальнозаводські установки з переробки й знешкодженню відходів, так і прицепові.

Принципова технологічна схема. Після розроблення операційної схеми приступають до складання принципової технологічної схеми, що, по суті, є апаратним оформленням операційної. Її можна розглядати як складову з низки технологічних вузлів. Технологічним вузлом називають апарат (машину) або групу апаратів з об'язувальними трубопроводами й арматурами, у яких починається й повністю завершується один із

фізико-хімічних або хімічних процесів.

У технологічні вузли входять такі об'єкти, як збірники, мірники, насоси, компресори, газодувки, сепаратори, теплообмінники, ректифікаційні колони, реактори, казани-утилізатори, фільтри, центрифуги, відстійники, дробарки, класифікатори, сушарки, випарні апарати, трубопроводи, арматури трубопроводів, запобіжні пристрої, датчики й прилади контролю й автоматизації, виконавчі й регулювальні механізми й пристрої.

Цілковита більшість зазначених апаратів і машин випускається промисловістю і стандартна. Відомості про типи машин і апаратів, їхні конструкції і характеристики можна одержати з різних довідників, каталогів виробів заводів, видань галузевих і інформаційних інститутів, з рекламних матеріалів і галузевих науково-технічних журналів.

Але, перш ніж скласти технологічну схему, необхідно уточнити низку завдань, на які слід звернути увагу на цьому етапі роботи. Це, насамперед, забезпечення охорони праці й техніки безпеки. Тому в технологічній схемі повинні передбачатися засоби запобігання перевищення тиску (запобіжні клапани, вибухові мембрани, гідрозатвори, аварійні ємності), системи створення захисної атмосфери, системи аварійного охолодження й т.д.

На етапі синтезу технологічної схеми вирішується питання щодо зменшення витрат на перекачування продуктів. Необхідно максимально використати самоплив для транспортування рідин з апарата в апарат. Тому вже тут передбачається послідовне східчасте розташування апаратів.

На цьому етапі визначається набір тепло- і холодоносіїв, які будуть використані під час здійснення процесу. Вартість одиниці тепла або холоду залежить від наявності на підприємстві енергоносія і його параметрів. Найдешевшими холодоагентами є повітря й зворотна промислова вода. Економічно вигідно основну кількість тепла передати цими дешевими теплоносіями і тільки залишкове тепло знімати дорогими холодоагентами (охолоджена вода, розсіл, рідкий аміак і т.п.). Найдешевшими теплоносіями є топкові гази, але вони нетранспортабельні.

Для складання принципової технологічної схеми спочатку проводять лінії колекторів подавання й відведення матеріальних

потоків, теплоносіїв і холодоагентів, залишивши в нижній частині аркуша вільну смугу, де пізніше будуть розміщені засоби для проведення основних технологічних операцій. Рекомендується лінії газових колекторів проводити у верхній частині аркуша, а рідинних – у нижній його частині. Після цього на площині аркуша між колекторами розташовують умовні зображення апаратів і машин, необхідних для виконання операцій, бажано у знаках ЄСКД відповідно до розробленої операційної схеми. Умовні зображення машин і апаратів не мають масштабу. Відстань між ними по горизонталі не регламентується, вона повинна бути достатньою для розміщення ліній матеріальних потоків, засобів контролю й автоматизації. Розташування умовних зображень по вертикалі повинне відбивати реальне перевищення апарата над іншим без дотримання масштабу. Розміщені на площині аркуша умовні зображення машин і апаратів з'єднують лініями матеріальних потоків, підводять лінії холодоагентів і теплоносіїв. Виробляється нумерація позицій апаратів і машин ліворуч праворуч.

Розроблюючи технологічну схему варто мати на увазі, що регулювальні клапани не можуть слугувати запірними пристроями. Тому на трубопроводі повинна бути передбачена запірна арматура з ручним або механічним приводом (вентилі, засувки), а для вимикання регулювальних клапанів – обвідні (байпасні) лінії.

Накреслена схема є попередньою. Після проведення попередніх матеріальних і теплових розрахунків у розробленій технологічній схемі повинні бути проаналізовані можливості рекуперації тепла й холоду технологічних матеріальних потоків.

У процесі проектування в технологічну схему можуть вноситися й інші зміни й додавання. Остаточне оформлення технологічної схеми виробляється після прийняття основних проектних рішень із розрахунку й добору реакторів і апаратів, зі з'ясування всіх питань, пов'язаних з розміщенням і розташуванням апаратів проєктованого виробництва.

Так, іноді добираючи устаткування, доводиться стикатися з тим, що деякі його види або не випускаються в Україні, або перебувають у стадії освоєння. Відсутність якої-небудь машини або апаратів потрібної характеристики, виготовлених з конструкційного матеріалу, стійкого в цьому середовищі,

найчастіше викликає необхідність у зміні окремих вузлів технологічної схеми й може бути причиною переходу на інший, економічно менш вигідний метод одержання цільового продукту.

Технологічна схема не може бути остаточною, поки не проведене компонування устаткування. Наприклад, першочергово передбачалося передавання рідини з апарата в апарат самопливом, що не вдалося здійснити під час розроблення проекту розміщення устаткування. У цьому разі необхідно передбачити встановлення додаткової передатної ємності й насоса, які варто нанести на технологічну схему.

Остаточна технологічна схема складається після розроблення всіх розділів проекту й викреслюється на стандартних аркушах паперу відповідно до вимог ЄСКД.

Після цього складається опис технологічної схеми, що забезпечується специфікацією, де вказується кількість усіх апаратів і машин.

Резерв устаткування вибирається зважаючи на графік проведення планово-попереджувального ремонту й властивостей технологічного процесу.

Опис технологічної схеми є частиною розрахунково-пояснювальної записки. Доцільно описувати схему по окремих стадіях технологічного процесу. На початку варто вказати, яка сировина подається в цех, як вона надходить, де і як зберігається в цеху, якому первинному обробленню піддається, як дозується й завантажується в апарати.

Під час опису технологічних операцій стисло повідомляється про конструкцію апарата, способи його завантаження й вивантаження. Вказуються характеристики процесу, що передбачає, і спосіб проведення (періодичний, безперервний), перелічуються основні параметри процесу (температура, тиск і ін.), методи його контролю та регулювання, відходи й побічні продукти.

Приклади зображення деяких технологічних вузлів на кресленні технологічної схеми наведені на рис. 5.3. та 5.4.

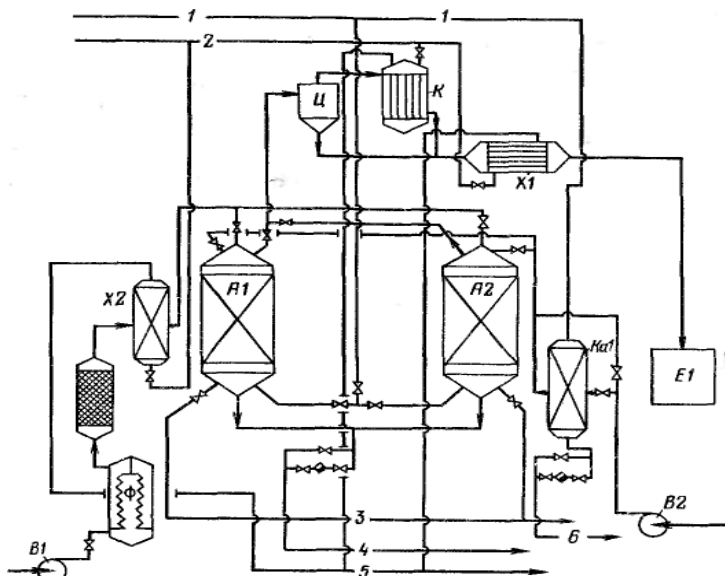


Рис. 5.3. Схема адсорбційної установки рекуперації з нерухомим шаром адсорбенту:

A1, A2 – адсорбери; *B1, B2* – повітрودувки; *Ф* – фільтр;

Вог – вогнезапобіжник; *X1, X2* – холодильники; *Ц* – циклон;

К – конденсатор; *Ka1* – калорифер; *E1* – місткість рекуператора;

потоки: *1* – гостра водяна пара; *2* – вода; *3* – технологічне повітря;

4 – конденсат водяної пари з домішкою адсорбата; *5* – оборотна вода;

6 – конденсат водяної пари

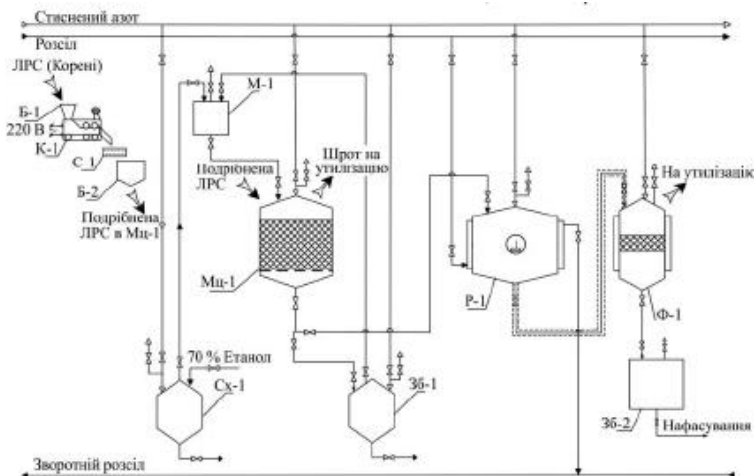


Рис. 5.4. Технологічна схема процесу одержання настоянок з коренів *Carlinia asaulis* методом настоювання: Б-1, Б-2 – бункери; Сх-1 – сховище; М-1 – мірилик; К-1 – коренерізка; С-1 – сито; Мц-1 – мацератор; Р-1 – реактор; Ф-1 – друк-фільтр; Зб-1, Зб-2 – збірники

Контрольні запитання

1. Що собою становить технологічна схема виробництва?
2. У чому полягає послідовність розробки технологічної схеми?
3. Які особливості принципової технологічної схеми Ви знаєте?
4. В якому документі детально описується розроблена технологічна схема?
5. У чому полягає особливість остаточної технологічної схеми?

Лекція 6. КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ І БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ.

Ця частина проекту характеризується переходом від абстрактних розрахунків та схем до наочного бачення майбутнього підприємства. Проектування промислових будівель повинно задовольняти, в першу чергу, вимоги досконалої технології, забезпечувати необхідні санітарно-гігієнічні умови для працівників, бути простими у компонованні, забезпечувати можливість зміни технологічного процесу, відповідати вимогам економіки, індустріалізації будівництва, а також вимогам естетики.

Питання проектування будівництва регламентуються Державним комітетом України з будівництва та архітектури (Держбуд України). Крім того, на території України діють також ДБН («Державні будівельні норми»). Згідно з класифікатором усі ДБН складаються з 5 частин, кожна з яких поділяється на групи:

1. Організація, керування, економіка будівництва.
2. Норми проектування:
 - загальні норми проектування, основи та фундаменти;
 - інженерне обладнання будівель і споруд (бетонні та залізобетонні конструкції, сталеві конструкції, крівлі, підлоги);
 - зовнішні мережі (опалення, вентиляція і кондиціювання, теплова ізоляція обладнання і трубопроводів);
 - споруди транспорту;
 - гідротехнічні і енергетичні споруди, меліоративні системи і споруди;
 - планування й забудівля населених, пунктів;
 - громадські будівлі;
 - промислові підприємства, виробничі будівлі і споруди;
 - допоміжні будівлі (генеральні плани промислових підприємств, виробничі будівлі, споруди промислових будівель).

3. Організація, виробництво та приймання робіт.

Крім загальних норм і правил будівництва, існують галузеві норми, вимоги, правила, інструкції та інші документи підприємств виробництв лікарських речовин та медичних виробів.

Принципи компоновання. Основою для компоновання

обладнання є:

- технологічна схема;
- специфікаційна таблиця обладнання;
- правила компонування;
- конструктивні схеми промислових будівель;
- визначені площі допоміжних приміщень.

Обладнання хіміко-фармацевтичних виробництв. У технології хіміко-фармацевтичних препаратів використовують обладнання різного типу залежно від умов проведення процесу та властивостей сировини, що переробляється. Вибір типу апаратури залежить від наступних чинників: хімічні властивості та агрегатний стан матеріалів, що беруть участь у процесах, температура; тепловий ефект реакції; тиск; тривалість процесу; інтенсивність теплообміну.

Обладнання хіміко-фармацевтичних виробництв можна поділити на три класи: машини, апарати, транспортні засоби.

Особливістю машин є наявність робочих органів, які рухаються та безпосередньо впливають на продукт. У машинах здійснюється механічний вплив на продукт, при цьому змінюється: форма, розміри, інші фізичні параметри продукту, а основні фізико-хімічні властивості, як правило, не змінюються.

В апаратах проводять масообмінні, теплообмінні, біохімічні, фізико-хімічні процеси, які спричинюють зміну хімічних або фізико-хімічних властивостей речовин, що переробляються. Характерною ознакою апаратів є наявність в них реакційного простору або робочої камери.

Транспортні засоби використовують для передавання речовин з одного апарату в інший, тобто від однієї стадії до іншої.

У залежності від призначення устаткування поділяється на універсальне, спеціалізоване і спеціальне.

Універсальним називають обладнання загального призначення, яке можна використовувати у різних хімічних процесах (виробництвах): вентилятори, компресори, насоси, сушарки, центрифуги, екстрактори, транспортні засоби та інше.

До спеціалізованого обладнання відносять: теплообмінники, абсорбери, ректифікаційні колони, тобто обладнання, яке застосовують у різних модифікаціях одного процесу.

До спеціального обладнання належать: гранулятори, субліматори, хлоратори, тобто обладнання, яке застосовують для виконання одного конкретного процесу.

Технологічно устаткування поділяють на основне і допоміжне.

Основне технологічне обладнання – це апарати і машини, що застосовуються для проведення різних технологічних процесів: хімічних, фізико-хімічних, при цьому отримують потрібні продукти.

Основне обладнання поділяють на:

- реакційну апаратуру, де відбуваються хімічні перетворення речовин: контактні апарати, реактори, конвертори, колони синтезу і т.п.;

- обладнання для фізико-хімічних процесів: ректифікаційні колони, абсорбери, екстрактори, преси, сушарки, теплообмінні і випарні апарати.

Компонування допоміжного обладнання. Холодильне обладнання. У ряді цехів для виробництва холодильного розсолу передбачається установка аміачних холодильних машин з комплектом відповідного устаткування (конденсатори, випарники, насоси). Оскільки, аміак з повітрям здатний утворювати вибухонебезпечні суміші, відділення, де встановлюється устаткування аміачних холодильних установок, належить до вибухонебезпечних.

Правила устрою і експлуатації аміачних холодильних установок дозволяють встановлювати їх тільки в одноповерхових будівлях. Не дозволяється розміщувати над аміачними холодильними установками яке-небудь устаткування і споруджувати обслуговуючі адміністративно-господарські і побутові приміщення. Висота приміщення повинна складати не менше 4,8 м, головний прохід і відстань від регулюючих частин машин не менше 2 м, проходи між виступаючими частинами машин 1,5 м, відстань між стіною і машиною не менше 0,8 м.

Вентиляційне обладнання. При визначенні розмірів виробничих приміщень необхідно передбачити площі для розміщення витяжних і припливних вентиляційних установок. У разі потреби подачі в цех або в деякі його відділення

кондиційованого повітря повинні бути передбачені відповідні площі для розміщення установок кондиціювання. Число вентиляційних установок визначається розмірами цеху. Щоб уникнути прокладки довгих повітроводів великого перетину у великих корпусах встановлюють декілька витяжних і припливних агрегатів в різних місцях будівлі. У ряді випадків вентиляційні агрегати доцільно розташовувати в ізольованих приміщеннях – вентиляційних камерах, що сприяє захисту їх від шкідливих виділень виробничих апаратів. Припливний вентиляційний агрегат складається з пристрою для очищення зовнішнього повітря, вентилятора з електродвигуном і калориферів для підігріву холодного повітря в зимовий період. Вентиляційні агрегати доцільно розташовувати поблизу зовнішніх стін.

Щити для контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації. При компоновці устаткування повинне бути передбачене місце для щитів КВПіА, на яких розміщують прилади, що обслуговують даний апарат, агрегат або групу агрегатів. Крім того, у великих цехах передбачають центральні щити для розміщення КВПіА, на яких виносять прилади, які показують найбільш важливі характеристики роботи окремих апаратів, параметри загальноцехових систем електро- і теплопостачання, прилади дистанційного керування та ін. У ряді випадків доцільно центральні щити розташовувати в спеціальних приміщеннях, ізольованих від основних виробничих відділень. Це дозволяє захистити прилади від шкідливих виділень і створює найбільш сприятливі умови для роботи обслуговуючого персоналу.

Електрозбірки. Введення електрокабелів, розподільні пристрої і пускову апаратуру розміщують, як правило, в ізольованих приміщеннях – електрозбірках. З метою економії кабелю і спрощення схеми розводки у великих цехах вмонтовують декілька електрозбірок, розташовуючи їх якомога ближче до навантажень. При розмірі електрозбірки 6x4 м в ній можна розмістити пускову апаратуру для 25 двигунів.

Введення в корпус пари, води і газу вимагають для свого розміщення місця, яке слід враховувати при визначенні розмірів споруди.

Введення пари вирішується у вигляді парової панелі, що розташовується зазвичай на одній із стін виробничого приміщення. На паровій панелі розміщуються прилади для виміру витрати пари, його тиску, дросельні устрої для зниження тиску пари, арматура для відключення паропроводів, що відходять від панелей. Таким чином, на паровій панелі розташовується значна кількість вимірювальних і регулюючих приладів і запірної арматури. Для спостереження за їх роботою, для їх регулювання і ремонту повинен бути забезпечений до них доступ, а по фронту панелі повинен бути забезпечений прохід шириною в 1,5-2,0 м. Оскільки не виключається можливість парування арматури парової панелі, її рекомендується розміщувати в ізольованому приміщенні.

На введенні водопроводу встановлюють прилади для виміру витрати і тиску води, арматуру для відключення водопроводу. Для спостереження за роботою приладів і арматури і для їх ремонту перед фронтом розташування введення водопроводу треба залишити прохід не менше 1 м.

На введенні газу в будівлю встановлюють прилади для виміру і реєстрації витрати і тиску, запірну і перемикаючу арматуру. Для спостереження за ними, ремонту і заміни перед фронтом введення повинен залишатися прохід шириною не менше 1 м.

Устаткування цехової лабораторії в основному складається з лабораторних столів, витяжних шаф, столів для аналітичних ваг, розчинів, що титрують, письмових столів, шаф для посуду і книг, миття для посуду, а також специфічних приладів і лабораторного устаткування, характерних для даного виробництва і методів аналізів, вживаних для контролю якості сировини, допоміжних матеріалів, проміжних і готових продуктів.

Повинні бути передбачені площа і устаткування для дослідницьких робіт, пов'язаних з раціоналізацією і удосконаленням окремих питань технології виробництва. У цеховій лабораторії слід передбачити комору для зберігання лабораторного устаткування і кабінет завідувача лабораторією.

Правила вибору типу будівлі. Компонування починають з

виявлення, типу будівлі, в якій буде розташовано обладнання. У цьому разі дотримуються таких основних правил:

1. Якщо матеріальні потоки рухаються переважно в горизонтальних напрямках, то обирають одноповерхову будівлю, якщо у вертикальних, (наприклад, потоки рідини або твердої сировини, або напівфабрикатів рухаються самопливом) – багатоповерхову.

2. Якщо технологічний процес супроводжується виділенням великої кількості тепла, газів, шкідливих речовин, які в результаті аварії можуть потрапити в атмосферу приміщення, то обирають будівлю павільйонного типу з встановленням етажерок для закріплення обладнання.

Компонування обладнання може бути виконано графічно (розроблення поверхових планів, повздожніх і поперечних перерізів) або об'ємним методом – створенням моделі цеху, що проектується.

Під час розроблення проекту компонування обладнання графічним методом плани його розташування викреслюють в масштабі 1:100 або 1:50. На плани наносять все без винятку обладнання, що встановлюється у цьому виробничому приміщенні, в тому числі, резервні насоси. Кількість планів повинна відповідати кількості поверхів.

Апарати зображують у вигляді зовнішніх контурів. Вертикальні циліндричні апарати зображують у вигляді кіл з осями та позначеннями люків і приводів. Розрізи потрібно виконувати так, щоб за можливістю показати усі апарати, які встановлюють в цьому приміщенні.

Деякі правила компонування обладнання:

1. Обладнання розташовують за принципом технологічного потоку зверху донизу і горизонтально, уникаючи повернень і перехрещення потоків.

2. Велике і важке обладнання встановлюють на власних фундаментах, які опираються на ґрунт або закріплюються на етажерках, не з'єднаних жорстко з каркасом будівлі; це дає можливість реконструкції виробництва без зміни каркасу будівлі в цілому.

3. Обладнання повинно бути розташовано так, щоб була

можливість проведення ремонтів без великих робіт із демонтажу обладнання.

4. Якщо обладнання складається з групи однакових одиниць апаратів, то ці групи об'єднують і розташовують в окремому ізольованому приміщенні (наприклад, насоси – у насосне відділення, сепаратори – у сепараторне відділення, тощо).

5. Сепаратори або центрифуги бажано розташовувати на 1-му поверсі на окремих фундаментах і відокремлювати від інших приміщень капітальними звукоізолюючими панелями на всю висоту приміщення.

6. Вентиляційне обладнання розташовують у торцях виробничих приміщень.

7. Великі сушарки розпилювального або пневматичного типу бажано розташовувати на відкритих майданчиках, оскільки вони являють собою особливо вибухонебезпечне обладнання.

8. Стрічкові, барабанні, невеликі розпилювальні сушарки разом з іншим обладнанням із перероблення вибухонебезпечних порошків (подрібнювачі, змішувачі, фасувальне обладнання тощо), а також обладнання, в якому застосовують органічні, легкозаймісті та вибухо- і пожежонебезпечні розчинники, розташовують у приміщеннях, що належать за вибухо- і пожежонебезпекою до класів В-II або В-III і мають перекриття або поверхні в стінах, що легко скидаються.

9. У приміщенні необхідно передбачати не менше двох виходів, розташованих у протилежних кінцях.

10. Забороняється захищувати обладнанням віконні прорізи.

11. При встановленні технологічного обладнання зовні будівлі рекомендується його розташовувати по торцях будівлі або навпроти глухих стін. Якщо це неможливо, то відстань між зовнішнім обладнанням та вікнами повинна бути не менше ніж 12 м.

12. У розривах між зовнішньою етажеркою і будівлею можна розташовувати лише трубопровідну естакаду.

13. Бажано окремі апарати, в яких використовують природний газ або гас винести з приміщення. Якщо апарат ставлять проти вікна, то для будівель категорій А, Б, В ця відстань повинна

бути більше 4 метрів, а для будівель Г, Д - більше 10 м.

14. Виробнича площа відкритої установки, що стоїть окремо, висотою до 30 м не повинна перевищувати 5200 м², а за висоти 30 м і більше – не повинна перевищувати 3000 м². Якщо потрібна більша площа, то установку ділять на секції з відстанню між секціями не менше 15 м. Ширина зовнішніх установок заввишки до 18 м не повинна перевищувати 42 м, а заввишки більше 18 м - 46 м.

15. Технологічне обладнання з сильними кислотами та лугами розташовують у піддонах з бортом не менше 15 см.

16. Забороняється розташування обладнання з пожежо- з вибухонебезпечними, а також агресивними і токсичними речовинами, над і під допоміжними приміщеннями.

17. Відстань від повздовжніх стін до апаратів реакторного типу повинна бути не менше 2 м або 1,2 – 1,5 діаметра найбільшого з апаратів.

18. Ширина основних проходів в місцях, де постійно працюють не менше 2 метрів.

19. Проходи між апаратами, а також між ними і стіною, повинні бути не менше 1 метра.

20. Прохід між апаратами, які потребують постійного обслуговуваній – 1,5 метра.

21. Проходи для огляду і регулювання приладів, між рядами насосів – не менше 0,8 метра.

22. Проходи між компресорами – не менше 1,5 метра.

23. Проходи біля віконних прорізів – не менше 1 метра.

Контрольні запитання

1. У чому полягає компонування обладнання і будівельна частина проекту?

2. Які основні правила вибору типу будівлі?

3. У чому полягає особливість проектування конструктивних схем промислових будівель?

4. Перерахуйте основні переваги автоматизації проектування.

5. Назвіть основні правила компонування обладнання.

6. У чому полягає особливість компонування допоміжного обладнання?

Лекція 7. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЦТВ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ ТА МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ

У разі вирішенні завдань такого типу проєктувальник зазвичай виходить із двох умов: обсягу виробництва (тобто добової продуктивності) і кінетики реакції. В іншому ж він має у своєму розпорядженні значну волю вибору. Він може зупинитися на періодичному реакторі, або одному з різновидів реакторів безперервної дії; у певних межах він може вибрати найкраще, з його погляду, значення для початкових концентрацій реагентів, робочих температур і тисків; і, нарешті, у ході реакції він має можливість вносити зміни в деякі із цих змінних.

Що ж є критерієм вибору?

Як правило, основним критерієм, що впливає на рішення проєктувальника, є економічні міркування (вартість або прибуток) і агрегатний стан речовини. Однак не слід обходити мовчанням причини прийняття даного критерію, як би очевидні вони не були. Безсумнівно, у хімічній промисловості діють і інші взаємозалежні фактори, що не піддаються економічному обліку, найважливішим з яких є техніка безпеки. В умовах експлуатації один процес може виявитися безпечніше іншого; він може бути менш пагубним відносно впливу на навколишнє середовище або більше зручним для обслуговуючого персоналу. Однак цей фактор неможливо врахувати у звичайному критерії вартості.

Основні типи хімічних реакторів. Основним елементом технологічної схеми є реактор, від досконалості якого залежить якість продукції, що випускається. Для всіх реакторів існують загальні принципи, на основі яких можна знайти зв'язок між конструкцією апарата й основних закономірностей хімічного процесу, що протікає в ньому.

Критеріями, за якими класифікують реакційні апаратури, є періодичність або безперервність процесу, його гідродинамічний і тепловий режими, фізичні властивості взаємодіючих речовин.

За принципом організації процесу хімічні реакційні апарати можуть бути розділені на три групи:

- реактор безперервної дії;
- реактор періодичної дії;

–реактор напівбезперервної (напівперіодичного) дії.

За гідродинамічним режимом розрізняють наступні типи:

–реактор витіснення безперервної дії (РВБД);

–реактор змішування безперервної дії (РЗБД);

–реактор проміжного типу (із проміжним гідродинамічним режимом).

За тепловим режимом роботи реактори ділять на наступні типи:

- ізотермічний;

- адіабатичний;

- політропічний.

Нижче коротко розглядаються всі зазначені тут типи реакторів.

Реактор безперервної дії. У такому реакторі всі окремі стадії процесу хімічного перетворення речовини (подача реагуючих речовин, хімічна реакція, виведення готового продукту) здійснюються паралельно й одночасно. Характер зміни концентрацій реагуючих речовин у реакційному обсязі різний у різних місцях апарата, але постійний у часі для одного й того ж місця.

У реакторі періодичної дії всі окремі стадії процесу протікають послідовно в різний час. Характер зміни концентрацій реагуючих речовин однаковий у всьому реакційному об'ємі, але різний у часі для конкретного одиничного об'єму.

Реактор напівбезперервної дії працює в несталих умовах. Такий реактор можна розглядати як безперервно діючий апарат, у якому потоки вхідні й вихідного з реактора речовини не рівні (внаслідок чого змінюється загальна маса реагуючих речовин в об'ємі), і, крім того, що як періодично діє апарат, у якому введення однієї з реагуючих речовин або виведення продукту реакції здійснюється періодично.

Реактор повного витіснення (рис. 7.1) характеризується змінною концентрацією реагуючих речовин по довжині апарата, найбільшою різницею концентрацій на вході й виході з реактора й, отже, найбільшої середньої рушійної сили процесу.

Зміна концентрації в реакційному об'ємі (рис. 7.2, а) носить плавний характер, тому що наступні реакційні обсяги реагуючих

речовин не змішуються з попередніми, а повністю ними витісняються.

Практично до режиму повного витіснення можна наблизитися в реакторі з малим діаметром і великий довжиною при відносно високих швидкостях руху реагуючих речовин.

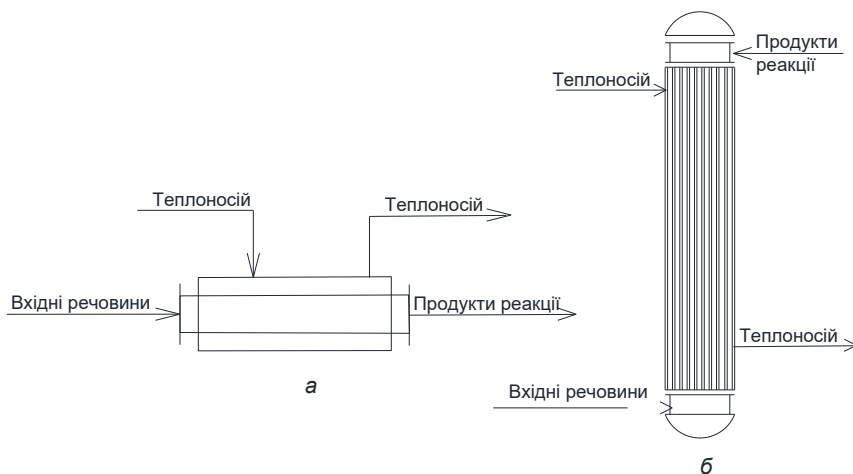


Рис. 7.1. Реактор витискування: *a* – однотрубний; *б* – багатотрубний

Реактор повного змішування зазвичай обладнаний яким-небудь пристроєм для перемішування, і характеризується сталістю концентрації реагуючих речовин у повному обсязі реакторів у цей момент часу внаслідок практично миттєвого змішування реагуючих речовин у реакційному обсязі. Тому зміна концентрації реагуючих речовин на вході в реактор носить стрибкоподібний характер.

Середня рушійна сила процесу у такому апараті буде меншою, ніж в апараті повного витіснення. Реактори цього типу найбільш широко застосовуються для проведення таких процесів як нітрування, сульфування, полімеризація й ін.

У деяких випадках процес хімічного перетворення речовини проводиться не в одному апараті змішування, а в декількох таких апаратах, з'єднаних послідовно.

Така система, в деяких випадках, складається з 20 і більше

апаратів, одержала назву каскаду реакторів (батареї реакторів). У каскаді реакторів зміна концентрації реагуючих речовин носить східчастий характер, тому що продукт реакції попереднього апарата є вихідною реагуючою речовиною в наступному апараті.

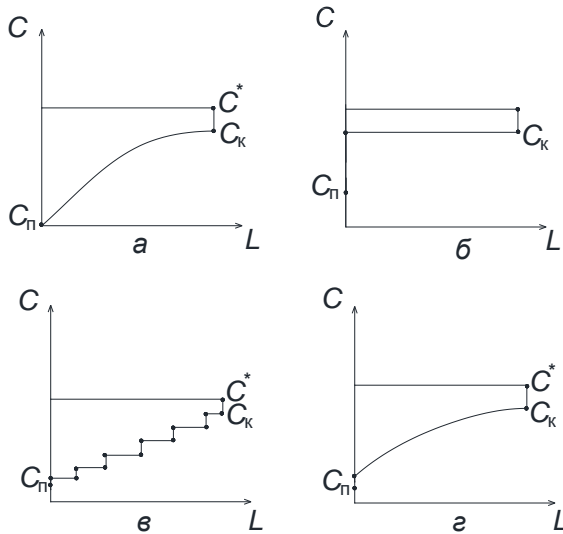


Рис. 7.2. Зміна концентрації речовин у реакторах:

a – апарат витіснення; *б*- апарат змішування; *в* – багатосекційний апарат змішування; *г* – апарат проміжного типу. Концентрація: C – поточна; C_n – початкова; C_k – кінцева; C^* – рівноважна; L – довжина (висота) апарату

Гідродинамічний режим роботи каскаду реакторів є проміжним і залежить від числа апаратів: зі збільшенням числа реакторів у каскаді він наближається до режиму витіснення, а при зменшенні – до режиму змішування.

У каскаді збільшується час перебування реагуючих речовин у порівнянні з одним реактором змішування, а також росте вихід продуктів реакції в порівнянні з реактором витіснення.

У реакторі проміжного типу (із проміжним гідродинамічним режимом) не можна здійснити повністю жоден з перерахованих вище гідродинамічних режимів руху реагуючих речовин. Середня

рушійна сила процесу в такому апараті більша, ніж в апараті повного змішування, але менша, ніж в апараті повного витіснення. Слід зазначити, що значна частина реакційних хімічних апаратів працює саме в цьому гідродинамічному режимі.

Реактори проміжного типу застосовують у тих випадках, коли процес хімічного перетворення речовини супроводжується більшим тепловим ефектом або протікає при високих концентраціях реагуючих речовин, а також у випадку, коли одна з реагуючих речовин має низьку швидкість розчинення в реакційній суміші.

Ізотермічний реактор характеризується сталістю температури у всьому реакційному об'ємі. У такому реакторі швидкість підведення або відведення тепла повинна бути строго пропорційною кількості тепла, виділеного або поглиненого в процесі хімічного перетворення речовини. На практиці такий тепловий режим можна досягти лише в умовах повного перемішування реагуючих речовин. Як приклад можна назвати реактор з киплячим шаром каталізатора для одержання ізооктану.

Адіабатичний реактор. У такому реакторі повністю відсутній теплообмін з навколишнім середовищем. Всі теплові реакції начебто акумулюються самим реакційним об'ємом. В адіабатичному реакторі має місце найбільший перепад температур реагуючих речовин на вході й виході з апарата, що зростає для екзотермічних процесів і знижується – для ендотермічних.

Прикладом реакторів, що працюють в адіабатичному тепловому режимі, можуть служити реактори для проведення процесів прямої гідратації етилену й дегідрування бутіленів.

У *політропічному реакторі* тепловий режим (зміна температури в реакційному об'ємі) буде визначатися не тільки тепловим ефектом процесу хімічного перетворення речовини, але й теплотехнічними, і конструктивними факторами реакційної апаратури.

Хімічні фактори, що впливають на вибір реактора. До хімічних факторів відносяться швидкість хімічної реакції, її вибірковість (селективність) і вихід цільового продукту. Ці фактори можуть істотно впливати на витрати виробництва. Є й інші, не менш важливі фактори, до яких відносять

капіталовкладення й експлуатаційні витрати, пов'язані з оплатою робочої сили, витратою електроенергії, пари й т.п. Ще одним істотним фактором, що не піддається грошовому вираженню, є охорона праці й охорона навколишнього середовища. Так, при реалізації деяких реакцій нітрування у виробництві вибухових речовин, технологічно вигідніше застосовувати реактор витіснення, однак реактор змішування краще задовольняє вимоги безпеки процесу внаслідок більш простого регулювання температурного режиму.

Ці додаткові фактори часто можуть виявитися причиною вибору іншого типу реактора в порівнянні з тим, що представляється доцільним при розгляді тільки хімічної кінетики процесу.

Звичайно, при розгляді одних кінетичних факторів є можливість вибору необхідного типу реактора на основі теоретичних міркувань, в основі яких лежать дані аналізу взаємозв'язки кінетичних факторів процесу й розходження між основними типами реакторів. Із цією метою аналізують розходження в розподілі часу перебування, у характері зміни концентрації й температури.

Проаналізуємо деякі реакції, широко використовувані в промисловому синтезі.

Контрольні запитання

1. Що собою становить вибір найкращого типу реактора для заданої хімічної реакції?
2. У чому полягає визначення основних розмірів промислового реактора?
3. Які основні типи хімічних реакторів Ви можете назвати?
4. У чому полягає підбір оптимальних робочих умов процесу?
5. Які хімічні фактори впливають на вибір реактора?
6. Що таке реакції полімеризації та паралельні реакції?

Лекція 8. ПРОЄКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ХІМІКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Генеральний план – це важлива складова частина проєкту промислового комплексу, як у разі одного підприємства, так і групи підприємств (промисловий вузол). Генеральний план – це комплексне рішення питань планування, забудови й благоустрою промислових підприємств.

Структура проєкту визначається згідно з інструкцією щодо його розробки та повинна включати такі основні розділи:

- Загальна пояснювальна записка.
- Ситуаційний і генеральний плани, а також транспортне забезпечення.
- Технологічні рішення.
- Управління виробництвом і підприємством, а також організація умов і охорони праці працівників.
- Архітектурно-будівельні рішення.
- Інженерне устаткування, мережі та системи. - Організацію виробничих процесів.
- Заходи із захисту навколишнього середовища. - Інженерно-технічні заходи з цивільної оборони та попередження надзвичайних ситуацій.
- Кошторисну документацію.
- Оцінку ефективності інвестицій.

Загальна пояснювальна записка повинна містити наступні елементи:

- Обґрунтування необхідності розробки проєкту.
- Вихідні дані, на підставі яких здійснюється проєктування.
- Короткий опис підприємства та виробничих об'єктів, що входять до його складу.
- Інформацію про передбачену проєктом потужність; номенклатуру та якість продукції; рівень її конкурентоспроможності та технологічної інноваційності; дані щодо використання сировинної бази, потреб у паливі, воді, тепловій та електричній енергіях; стратегії раціонального використання сировини, утилізації виробничих відходів, а також застосування вторинних енергоресурсів.

- Відомості про соціально-економічні й екологічні умови регіону, де заплановано будівництво. Ці ключові складові є обов'язковими для забезпечення повноти та системності в реалізації кожного етапу проекту.

- Основні показники щодо генерального плану, інженерних мереж і комунікацій, а також заходів з інженерного захисту території.

- Загальні умови, які характеризують стан охорони праці працівників, а також санітарно-епідеміологічні заходи.

- Відомості про застосовані винаходи, які були використані при проектуванні.

- Техніко-економічні показники, отримані під час розробки проекту, із порівнянням їх із затвердженими показниками обґрунтування інвестицій у будівництво об'єкта та завданнями, встановленими для проектування.

- Інформація про проведені узгодження проектних рішень, підтверджена відповідність розробленої проектної документації державним нормам, стандартам, вимогам вихідних даних, технічним умовам, а також положенням і рекомендаціям наглядових органів та організацій, зацікавлених у проекті, включаючи моменти погодження місця розташування об'єкта (ділянки для будівництва).

Ситуаційний і генеральний плани, транспорт. У даному розділі представлено:

- Короткі характеристики регіону та ділянки будівництва підприємства, що проектується.

- Інформація про рішення та показники щодо ситуаційного і генерального планування з урахуванням територіального зонування, внутрішньо майданчикового та зовнішнього транспорту, вибору виду транспорту.

- Основні планувальні рішення, заходи з благоустрою території, схеми розташування інженерних мереж і комунікацій, а також організаційні заходи щодо охорони підприємства.

Даний розділ включає креслення:

- Ситуаційний план із зазначенням місця розташування підприємства, будівель та споруд. На кресленні відображаються існуючі та заплановані зовнішні комунікації, інженерні мережі та

допоміжні території, межі санітарно-захисної зони й особливо охоронюваних територій. У разі необхідності додається трасовий план або подовжений профіль трас.

- Картограма земельних мас.

- Генеральний план, на якому позначають існуючі, заплановані до будівництва чи знесення будівлі та споруди. Також включаються об'єкти охорони довкілля, елементи благоустрою та озеленення території. Особливо виділяються принципові рішення щодо розташування внутрішньо майданчикових інженерних ліній і транспортних комунікацій, планувальні позначки території. Виділяються об'єкти, мережі та транспортні комунікації, які входять до складу пускових комплексів.

У проєкті генерального плану вирішуються наступні питання:

1. Виробничо-технологічний зв'язок цехів і споруджень (розміщення споруджень, зонування території підприємств, блокування цехів і споруджень, вибір системи заводського транспорту, організація вантажних і людських потоків, трасування підземних, наземних і надземних комунікацій).

2. Архітектурно-планувальна структура підприємств (характер забудови, уніфікація параметрів і типізація елементів генерального плану, форма й конфігурація окремих будинків і споруджень, їхня орієнтація за сторонами світла й троянді вітрів, захист від шуму, рішення мережі обслуговування, харчування, санітарно-гігієнічного й медичного обслуговування, відпочинку, розташування входів і виїздів на території підприємств, система заводських магістралей, проїздів і площ, можливість розширення й реконструкції підприємства, благоустрій території, створення єдиного архітектурного ансамблю в ув'язуванні с архітектурою прилягаючих підприємств і населеного пункту).

3. Виробничо-будівельна характеристика проєктованих підприємств (загально майданчикова уніфікація будівельних рішень і індустріальних методів будівництва, будівельний генеральний план і графік будівництва).

4. Оцінка й облік кліматичних, гідрогеологічних і інших природних умов (сонячна радіація, зовнішня температура, напрямок вітрів, вологість повітря, кількість опадів, якість ґрунтів,

гідрогеологічні умови й рельєф ділянки, сейсмічність).

5. Техніко-економічна ефективність загального проєктованого рішення.

6. Охорона навколишнього середовища й природних ресурсів від промислових забруднень (різке зниження виділень шкідливих домішок в атмосферу за рахунок створення нових або удосконалення існуючих технологій; застосування ефективних газоочисних або пиловловлюючих установок; створення санітарно-захисних зон між промисловим вузлом і селитебною зоною й ін.).

Ситуативний план розміщення підприємства повинен бути виконаний у масштабах від 1:5000 до 1:25000. На додаток, слід розробити план промислового майданчика в одному з таких масштабів: 1:1000, 1:2000 або 1:5000. Додатково необхідно підготувати схему спільного розташування інженерних мереж і комунікацій у межах генерального плану території, зробити графічне представлення вантажних і людських потоків, а також підготувати пояснювальну записку з відповідними розрахунками.

Проєкт генерального плану має забезпечувати відповідність технологічним вимогам виробництва, створювати оптимальні санітарно-гігієнічні умови праці, сприяти раціональному використанню земельної ділянки й гарантувати нормативні показники щільності забудови майданчика підприємства. Крім того, передбачено раціональне розташування будівель і споруд. При виборі ділянки для будівництва слід враховувати рельєф місцевості, рівень ґрунтових вод і можливість їх відбору та відведення стічних вод. Слід також аналізувати доступність електромереж, можливість підключення до залізничних ліній, наявність трудових ресурсів тощо. Генеральний план на етапі робочих креслень включає три основні складові: горизонтальне планування, вертикальне планування та сполучені мережі інженерної інфраструктури й комунікацій. Для площ майданчиків від 5 до 10 Га генеральний план розробляють у масштабах 1:500 або 1:1000, тоді як для більших майданчиків використовують масштаби 1:1000 або 1:2000. Остаточним етапом процесу є підготовка графічної частини генерального плану та складання детальної пояснювальної записки.

У графічній частині відображають такі елементи:

- розташування будівель і споруд відповідно до обраного масштабу;
- зонування території за функціональними групами цехів;
- ширину санітарних і протипожежних розривів між будівлями;
- транспортну мережу: проїзди, в'їзди, автодороги, залізничні колії тощо;
- межі території із зазначенням місць входу/в'їзду та виходу/виїзду персоналу;
- благоустрій і заходи з озеленення території;
- розу вітрів;
- ширину санітарно-захисної зони. Таким чином, генеральний план формується як комплекс деталізованих заходів з урахуванням функціональних, технічних та екологічних вимог.

Рішення генерального плану має передбачати функціональне зонування території з урахуванням перспектив її розвитку. У межах площі організовуються передзаводська, виробнича, допоміжна та складська зони. На рис. 8.1 наведено генеральний план підприємства з виробництва лікарських засобів.

Під час складання генерального плану підприємства з виробництва медичних засобів в основу повинен бути покладений принцип чіткого зонування території підприємства за функціональним призначенням, типізації й уніфікації елементів генерального плану (кварталів, доріг, споруджень для комунікацій і т.п.).

На таких підприємствах рекомендується виділяти наступні зони: виробничу, складську, допоміжних цехів, адміністративну. У разі взаємного розташування зон варто враховувати рельєф ділянки, троянду вітрів, технологічні зв'язки, довжину комунікацій.

У виробничій зоні розміщують технологічні установки, об'єкти обслуговуючого призначення, що ставляться до окремих виробництв (енергетичні установки, спорудження оборотного водопостачання, побутові приміщення й т.п.), якщо радіус обслуговування не дозволяє розмістити їх поза виробничою зоною.

До зони допоміжних служб відносять об'єкти допоміжного призначення (газо зарядні станції, ремонтно-механічні, ремонтно-будівельні й тарні цехи, станції перекачування різних стоків,

розміщені в межах огорожень території підприємства).

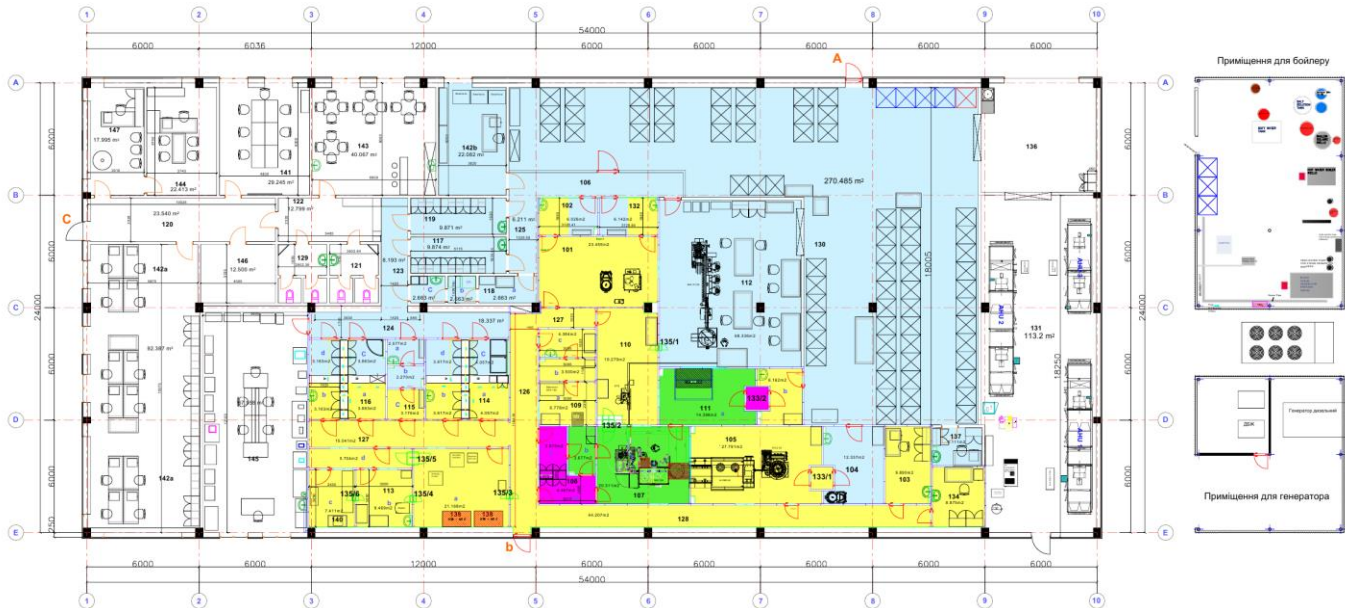
Складська зона поєднує склади матеріальних цінностей, устаткування, хімікатів, олів і т.п. У зоні ємкостей розташовують склади легкозаймистих або горючих рідин і зріджених газів.

В адміністративно-господарську зону входять: керівний корпус, прохідний комплекс, їдальня, пожежне депо, об'єкти зв'язку й т.п.

Виробнича зона відіграє істотну роль у формуванні структури генерального плану підприємства внаслідок того, що площа, яку вона займає, коливається від 30 до 70 % території підприємства. Вид внутрішньозаводського транспорту варто вибирати з урахуванням величини вантажообігу окремого цеху або групи цехів. За вантажообігу до 100 тис. т потрібно віддавати перевагу колісному транспорту; при вантажообігу від 200 до 400 тис. т вид транспорту визначається характером вантажу. В однакових умовах перевага надається безперервним видам транспорту, як таким, що є більше економічними.

Залізничний транспорт для зовнішніх перевезень передбачають у випадку загального вантажообігу не менш 10 умовних вагонів у добу. Автомобільні дороги проєктують розраховуючи на повну потужність підприємства; для автодоріг рекомендується застосовувати цементно-бетонні покриття. Ширина проїзної частини між квартальної дороги 7,0 м, внутрішньо-квартальної – не менш 3,5 м.

Адміністративно-господарська зона поєднує будинки й спорудження загальнозаводського призначення й звичайно розміщується з боку підходу основної маси працюючих на підприємстві. Територія, яку займає адміністративно-господарська зона, залежить від величини підприємства. На дрібних підприємствах вона досягає 17 %, а на великих від 1 – 2 до 3 – 5 % від загальної території підприємства.



Пояснення:

- 101. Відділ пакування таблеток і капсул
- 102. Зона завантаження нерозфасованої продукції
- 103. Приміщення для санітарного персонажу
- 104. Поверхневий шатер для флаконів
- 105. Відділ промивання і стерилізації флаконів
- 106. Коридор 4 для класу К
- 107. Відділ контролювання і захисту флаконів
- 108а. Приміщення для перероблення відходу наповненої закритої флаконів, для сорбентного класу D
- 108б. Приміщення для перероблення для класу В
- 108с. Приміщення для перероблення для класу С
- 108д. Зона стерилізації одягу для класу В
- 109а) Приміщення для прання одягу для класу В
- 109б. Зона підготовки для класу В
- 110. Відділ маркування
- 111а. Зона завантаження
- 111б. Приміщення відходів виробничих матеріалів

- 112. Відділ пакування
- 113а. Лабораторія виробування стерильності а
- 113б. Лабораторія виробування стерильності с
- 113с. Лабораторія виробування стерильності d
- 114а. Коридор 1 для класу D
- 114аа. Вхід для чоловіків для класу D
- 114б. Вхід для жінок для класу D
- 115а. Зона підготовки для класу D
- 115б. Зона сушіння для класу D
- 116. Зона шифра для класу К
- 117. Зона шифра для класу К
- 118а. Зона сушіння для класу К
- 118б. Зона для прання для класу К
- 118с. Зона підготовки для класу К
- 119. Чоловіча шафа для класу К
- 120. Хол
- 121. Чоловічий туалет
- 122. Вхід до виробництва з коридором
- 123. Коридор 1 для класу К
- 124. Коридор 2 для класу К
- 125. Коридор 3 для класу D
- 126. Коридор 4 для класу D
- 127. Коридор 5 для класу D
- 128. Коридор 4 для класу D
- 129. Жіночий туалет
- 130. Склад
- 131. Технічна зона
- 132. Поверхневий шатер 9
- 133. Поверхневий шатер 1
- 133/2. Поверхневий шатер 2
- 134. Приміщення для технічного персонажу

- 135/1. Поверхневий шатер 3
- 135/2. Поверхневий шатер 4
- 135/3. Поверхневий шатер 5
- 135/4. Поверхневий шатер 6
- 135/5. Поверхневий шатер 7
- 135/6. Поверхневий шатер 8
- 136. Зона протравлення/щадявентажиння
- 137. Сервірна
- 141. Кімната для конференцій
- 142а. Склад
- 142б. Кімната для прання порожняків та їх збирання
- 143. Кімната кіоску
- 144. Кабінет директора
- 145. Лабораторія мікробіологічного аналізу
- 146. Кімната санітарії призначеної для офісу
- 147. Решітки

Клас А	
Клас В	
Клас С	
Клас D	
Клас К	
Без класу	

Рис. 8.1. Генеральний план підприємства з виробництва лікарських засобів

Технологічні рішення включають:

- інформацію про виробничу програму;
- опис та обґрунтування вибору технологій виробництва;
- відомості про трудомісткість виготовлення продукції, рівень механізації й автоматизації хіміко-фармацевтичних процесів;
- перелік технологічного обладнання з обґрунтуванням його доцільності для використання;
- підходи до впровадження маловідходних технологій та повторного використання ресурсів;
- пропозиції з організації системи контролю якості продукції;
- рішення щодо створення та оптимізації ремонтного господарства;
- інформація про кількість і склад шкідливих відходів виробництва, а також їх викиди у навколишнє середовище з деталізацією по цехах, виробництвах і спорудах;
- технічні рішення для запобігання або скорочення викидів шкідливих речовин у довкілля;
- оцінка ризиків виникнення аварійних ситуацій і розробка рішень для їх запобігання;
- визначення видів, складу і обсягу відходів, які мають бути утилізовані чи захоронені;
- аналіз паливно-енергетичних і матеріальних балансів технологічних процесів;
- розрахунок потреби в основних ресурсах для технологічних цілей.

Основні креслення для цього підрозділу:

- Принципова технологічна схема виробництва.
- Компоновочні креслення (плани та розрізи) по цехах.
- Функціональні й принципові схеми КППіА (контрольно-вимірювальних приладів і автоматики) для технологічних процесів та енергозбереження технологічного обладнання.
- Схеми логістичних потоків.

Управління виробництвом, підприємством і організація умов праці. Розділ розробляється відповідно до нормативної бази, включає: організаційну структуру управління підприємством та окремими виробничими підрозділами, автоматизовані системи управління; заходи з автоматизації та механізації праці; складання

чисельного і професійно-кваліфікаційного балансу персоналу; облаштування робочих місць; забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці; розробку заходів із охорони праці та техніки безпеки тощо.

Архітектурно-будівельні рішення. Розглядаються інженерно-геологічні та гідрогеологічні характеристики ділянки будівництва. Наводиться короткий опис та обґрунтування архітектурно-будівельних рішень, спрямованих на зменшення шуму й вібрації, покращення побутового та санітарного обслуговування працівників. Також зазначено заходи щодо електро-, вибухо- та пожежонебезпеки, а також захист конструкцій, мереж та споруд від корозії.

Основні креслення: плани, розрізи й фасади будівель та споруд із відображенням основних несучих та огорожуючих конструкцій.

Інженерне обладнання, мережі та системи. Розділ містить рішення щодо водопостачання, каналізації, тепlopостачання, газопостачання, електропостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Наводяться дані про інженерне оснащення будівель, серед яких: електротехніка, системи зв'язку та сигналізації, радіофікація та телебачення, протипожежні пристрої та блискавкозахист. Додатково передбачаються заходи диспетчеризації та автоматизації управління інженерними системами.

Основна документація включає наступні креслення: плани та схеми систем теплoзабезпечення, електропостачання, газопостачання, водопостачання і каналізації тощо; проекти планів і профілів інженерних мереж; креслення ключових споруд; а також плани і схеми внутрішньоцехових пристроїв для опалення, вентиляції, електропостачання та електрообладнання, радіофікації, сигналізації та автоматизації управління інженерними мережами.

Розділ «Організація будівництва» розробляється відповідно до будівельних норм і правил (СНіП) «Організація будівельного виробництва». Він враховує умови й вимоги, зазначені у договорі на виконання проектних робіт, а також дані ринку будівельних послуг.

Розділ «Охорона навколишнього середовища» виконується

згідно з державними стандартами, будівельними нормами і правилами, а також нормативними вимогами щодо природоохоронної діяльності.

Інженерно-технічні заходи цивільної оборони з попередження надзвичайних ситуацій здійснюються відповідно до норм і правил у сфері цивільного захисту, захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій як природного, так і техногенного характеру.

Кошторисна документація складається згідно з положеннями і формами, які закріплені у нормативно-методичних документах відповідного міністерства. Вона слугує основним документом для визначення вартості будівництва підприємств, будівель чи споруд. До складу кошторисної документації входять:

- зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва;
- об'єктні і локальні кошторисні розрахунки;
- розрахунки витрат на окремі види робіт, включаючи проектні та дослідницькі роботи.

Ситуативний план хіміко-фармацевтичного підприємства є частиною проекту, яка відображає певну ділянку району або прилеглої місцевості населеного пункту. На цьому плані зазначаються місце розташування запланованого підприємства та інших об'єктів, що мають з ним прямі технологічні, транспортні чи інженерно-технічні зв'язки. Розробка ситуативного плану передбачає інтеграцію у промисловий вузол, утворюючи єдину системну структуру. План зазвичай створюється в масштабах 1:5000, 1:10000 або 1:25500.

У процесі розробки ситуативного плану необхідно комплексно підходити до вирішення низки завдань, які мають забезпечити ефективну організацію території промислового вузла. Зокрема, серед таких завдань виділяються:

- забезпечення скоординованої співпраці всіх об'єктів, що входять до складу промислового вузла;
- раціональне й економічно виправдане використання земельних ресурсів;
- розробка єдиної інженерної інфраструктури, яка включає водопостачання, каналізацію, системи очищення стічних вод і нейтралізацію газових викидів;

- оптимізація транспортної інфраструктури, яка забезпечить зручне сполучення підприємства з місцями проживання працівників;

- створення умов для органічного включення нових залізничних і автомобільних мереж до існуючих транспортних систем.

Для мінімізації впливу газових викидів на житлові масиви враховуються кліматичні особливості місцевості. Зокрема, житлові райони розташовують із підвітряного боку, беручи до уваги переважаючий напрямок вітрів, визначений на основі середньостатистичних даних про розу вітрів літнього періоду.

Контрольні запитання

1. Що собою становить генеральний план промислового підприємства?

2. Які об'єкти відносять до зони допоміжних служб?

3. Які типи територій підприємств хімічної промисловості Ви знаєте?

4. Що собою становлять технологічні рішення?

5. У чому полягає особливість ситуативного плану?

6. Які основним техніко-економічні показники по генеральному плану?

Лекція 9. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.

Залежно від їхнього призначення, промислові будівлі поділяються на кілька основних типів:

- Основні виробничі будівлі, призначені для виготовлення хіміко-фармацевтичної продукції.

- Підсобні виробничі споруди, що слугують для розміщення ремонтно-механічних, інструментальних, експериментальних та інших допоміжних видів виробництва.

- Обслуговуючі будівлі, які використовуються для зберігання сировини, напівфабрикатів, готової продукції, пально-мастильних матеріалів тощо.

- Транспортні споруди, зокрема гаражі, залізничні депо і

подібні об'єкти.

- Допоміжні будівлі, де розміщуються адміністративні приміщення, побутові простори, заводоуправління, їдальні, медпункти, входи та інші об'єкти обслуговуючої інфраструктури.

Вимоги до промислових будівель включають зручність і безпечність умов роботи, міцність і довговічність конструкцій, пожежну безпеку, високий санітарно-технічний стан, економічність та естетичну привабливість з архітектурного погляду.

Довговічність споруд і їх міцність залежать від якості та виду використаних матеріалів, правильного вибору конструкцій під час проектування відповідно до умов зовнішнього та внутрішнього середовища (температура, вологість, агресивний вплив тощо).

Довговічність будівлі означає здатність забезпечувати максимальну функціональність і стабільність без втрати експлуатаційних властивостей упродовж визначеного нормативного періоду експлуатації.

Для основних конструкцій передбачено три категорії довговічності:

- I категорія – термін служби не менше 100 років.
- II категорія – термін служби не менше 50 років.
- III категорія – термін служби не менше 20 років. Коротші періоди довговічності враховують не лише фізичний знос, але й так званий "моральний" знос. З часом такі об'єкти перестають відповідати вимогам через постійний розвиток технологічних процесів. Промислові будівлі зазвичай належать до I категорії довговічності.

Забудова територій підприємств з виробництва лікарських речовин і підприємств хімічної промисловості може бути чотирьох типів:

1. З відкритим устаткуванням.
2. Напіввідкритим і закритим устаткуванням.
3. Суцільна (павільйонна).
4. Змішана.

Забудова підприємств із відкритим устаткуванням являє собою території й етажерки, на яких розміщається різного типу технологічне устаткування (колони, реактори, теплообмінники й ін.).

Устаткування й інженерні спорудження заповнюють практично весь простір підприємства, за винятком нечисленних будинків обслуговуючого призначення. Такого типу підприємства мають розвинену мережу естакад і комунікацій, по яким здійснюється передача сировини. Території таких підприємств мають більшу ширину (3/4 кварталу).

Залізничний транспорт зосереджується в порівняно вузькій складській зоні, уздовж однієї з довгих сторін. Із протилежної сторони виробничої території передбачаються уведення людських потоків. На цих підприємствах працює відносно невелике число працівників, постійні робочі місця яких – у будинках керування й на об'єктах обслуговуючого призначення.

На підприємствах з напіввідкритим і закритим устаткуванням рівною мірою присутні відкриті території й етажерки, заповнені устаткуванням, інженерні спорудження й виробничі будинки невеликої ширини. Також рівною мірою тут виконують трубопровідні передачі рідин і газів і передачі сипучих і затарених продуктів конвеєрним, пневмо- і автотранспортом. Це визначає (при наявності однієї складської зони) невелику ширину території, але з можливістю 2-квартальної її забудови.

Група підприємств суцільної (навільйонної) забудови. Виробництва тут розміщуються в одній чи двох виробничих спорудах, що мають значні розміри за довжиною й шириною. Технологічний процес здійснюється усередині будинків, відкрите устаткування, якщо воно є в малій кількості, розміщається на невеликій площі й етажерці поблизу основних процесів.

Підприємства змішаної забудови – це багатопрофільні підприємства, на ділянках яких розміщено виробництва різних галузей промисловості, у тому числі хімічної.

Типи промислових будинків. *Одноповерхові промислові будинки.* Під час виробництва лікарських засобів та медичних виробів одноповерхові промислові будинки споруджують головним чином для виробництва з горизонтальним технологічним процесом.

Склад розташовуваних у такому центрі об'єктів визначають із урахуванням специфіки підприємств і сусідніх виробництв, розмірів території й радіусів обслуговування.

В одноповерхових багатопрогенових будинках легше вирішувати питання блокування основних і допоміжних цехів, внутрішньо цехового транспорту, побутового обслуговування працюючих. Компонують одноповерхові будинки з паралельно розташованих однакових прольотів.

На рис. 9.1 наведено приклад одноповерхової промислової будівлі суцільної забудови та на рис. 9.2 приклад багатоповислової промислової будівлі.



Рис. 9.1. Одноповерхова промислова будівля суцільної забудови

У будинках прольотного типу крок колон дорівнює або кратний 6 м, а величина прольотів кратна 6 м. Для будинків без мостових кранів застосовуються прольоти 6, 9, 12, 18 і 24 м, а для будинків, обладнаних кранами, – 18, 24, 30 м і більше. Висоти приміщень від оцінки чистої підлоги до низу несучих конструкцій перекриття в будинках без мостових кранів для прольотів 12 м призначають рівними 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 і 6 м, а для будинків із прольотами 18 і 24 м – 5,4; 6; 7,2; 8,4; 10,8 і 12,6 м. У будинках з мостовими кранами, незалежно від їхньої вантажопідйомності для різних прольотів, висоту приміщень приймають рівної від 8,4 до 18 м. Для розміщення окремих виробництв хімії потрібні однопрогенові будинки висотою до 30 м. Конструктивні схеми одноповерхових будинків хімічної промисловості можуть бути складними через різні висоти приміщень і блокування одноповерхових секцій з багатоповисловими.



Рис. 9.2. Багатоповерхова промислова будівля

Одноповерхові будинки можуть мати бокове природне освітлення, через ліхтарі (верхнє) і за допомогою штучних джерел світла, залежно від вимог можна сполучити бічне світло з верхнім, а також зі штучним. Міжферменний простір використовують як технічний поверх для розміщення великогабаритних повітропроводів, промислових розведень, електропроводки й інших допоміжних пристроїв.

Багатоповерхові будинки. Велику кількість виробництв фармацевтичної промисловості із вертикальним процесом можна розмістити тільки в багатоповерхових будинках. До таких виробництв відносять відділення нейтралізації й розфасовки виробництва таблетованих та гранульованих препаратів, виробництва органічного синтезу, цехи заводів хімічних волокон, виробництва пластичних мас, органічних розчинників, барвників і кислот.

Для багатоповерхових будинків залежно від навантаження перекриття рекомендується застосовувати сітки колон 9×6 м при навантаженні до 1000 кг/м^2 , а також сітки 6×6 при навантаженні 2500 кг/м^2 . Висоту поверхів багатоповерхових будинків приймають від оцінки чистої підлоги до оцінки чистої підлоги наступного поверху, рівної 3,6; 4,8; 6,0; 7,2 і 10,8 м (рис. 9.3).

Багатоповерхові будинки хімічної промисловості підрозділяють на дві групи: безкранові й з мостовими або підвісними офанами у верхніх поверхах із прольотами 18 і 24 м. Для підприємств хімічної промисловості ширину багатоповерхових

будинків доцільно приймати не менш 18 м. Ширина будинку для вибухонебезпечних виробництв не повинна перевищувати 30 м при двосторонньому закладенні, 18 м при однобічному.

Павільйонні будинки. У павільйонних будинках розміщують виробництва як з вертикальним, так і горизонтальним технологічним процесом. Устаткування у таких будинках установлюють на власні фундаменти або на складально-роз'ємні етажерки. У павільйонних будинках зручно установлювати технологічне устаткування й легше замінити одне виробництво іншим.

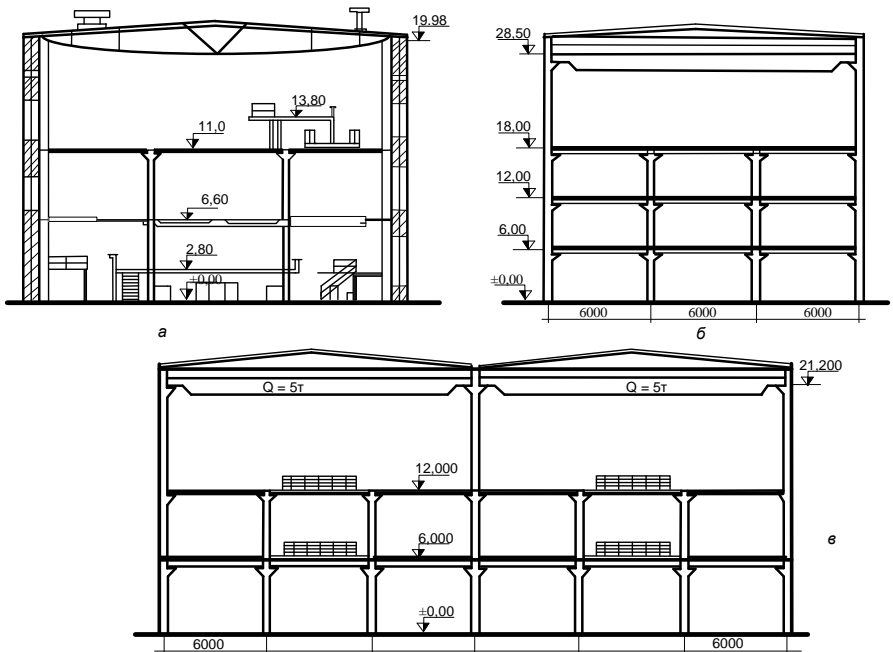


Рис. 9.3. Багатоповерховий виробничий будинок: *а* – без підкранових балок, *б* – з однією підкрановою балкою, *в* – із двома підкрановими балками

Застосування павільйонних будинків у разі виробництва медичних засобів та приладів підвищує пожежо- і вибухонебезпечність виробництв, оскільки більша кубатура приміщень підвищує можливість утворення вибухових

концентрацій газів або пари горючих і легкозаймистих речовин. Крім того, вартість павільйонних будинків на 5 – 8 % нижча вартості багатопверхових будинків.

Для убудованих етажерок застосовують збірні залізобетонні й рідше – сталеві конструкції.

Розташування устаткування поза будинком поліпшує санітарно-гігієнічні умови праці, підвищує рівень безпеки вибухонебезпечних виробництв і різко скорочує обсяг будівельних робіт. Вони зводяться до прокладання фундаментів під устаткування, пристрою навісів над ним, спорудженню доріг і естакад. У разі відкритого розміщення, устаткування можна установлювати на залізобетонних або сталевих етажерках, або на власних фундаментах або постаментах. Розташування устаткування поза будинками створює передумови для його укрупнення.

Особливо важливо розміщати устаткування на відкритих площадках для тих виробництв, де застосовують зріджені горючі гази, що утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям. При відкритих етажерках варто влаштовувати містки, переходи, сходи для вільного доступу до устаткування. Необхідно відзначити підвищену пожежонебезпеку зовнішніх установок, що пояснюється відсутністю локалізуючих пожежі конструкцій. Тому питання щодо пожежної безпеки є особливо важливими.

На прикладі сірчаноокислого виробництва показано варіанти розміщення устаткування в приміщенні й на відкритих площадках (рис. 9.4). Техніко-економічний аналіз показників ряду спроектованих і побудованих останнім часом підприємств показав, що кошторисна вартість залежно від кількості устаткування, що виносить на відкриті території, може бути знижена на 5 – 8 %, а вартість будівельної частини майже у 2 рази.

Крім технічної й будівельної досконалості промислових будинків, високого ступеня механізації й автоматизації виробництв, невід’ємною особливістю промислових підприємств повинен бути високий комфорт обслуговування працюючих на підприємствах, пов’язаний із забезпеченням їхнього побуту, відпочинку й культурного дозвілля.

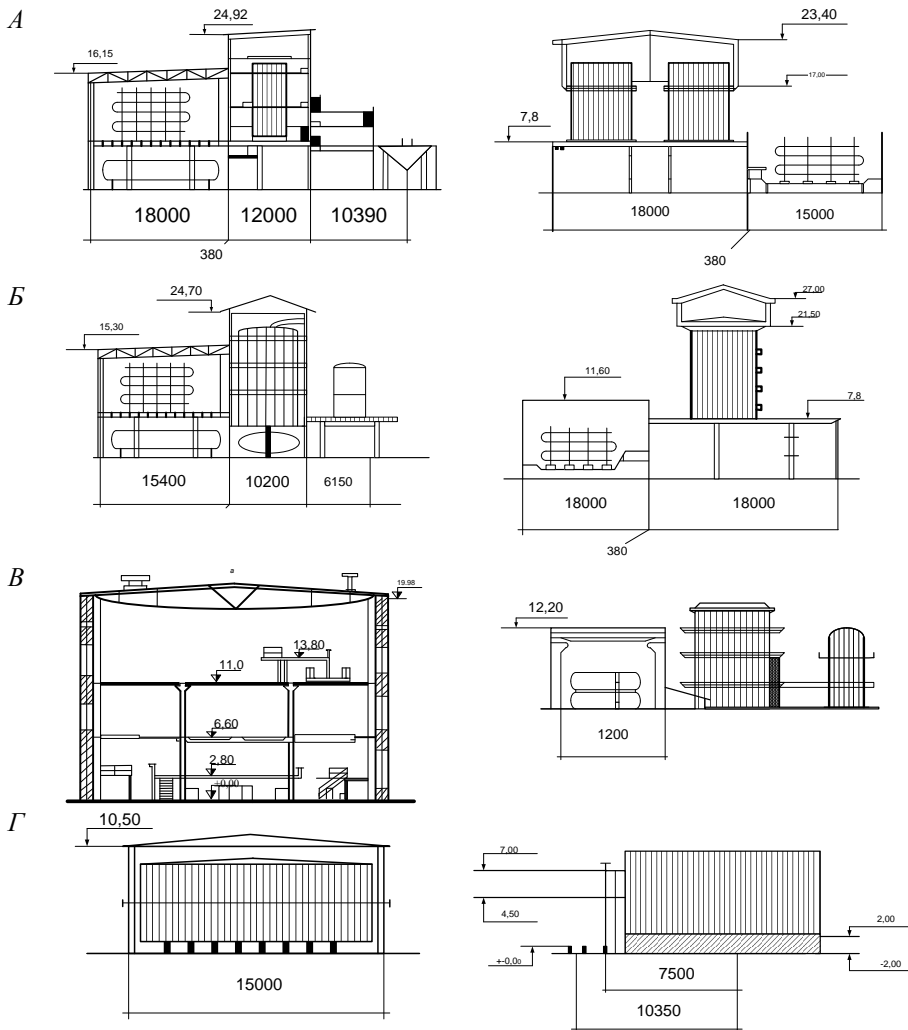


Рис. 9.4. Поперечні розрізи будинків I й II черг сірчаноокислого виробництва: А – промивне відділення; Б – сушильно-абсорбційне відділення; В – контактено-компресорне відділення; Г – склад сірчаної кислоти; I – у приміщенні; II – з відкритим розташуванням устаткування

Проектування об'єктів культурно-побутового обслуговування пов'язане зі зведенням відповідних об'єктів на

території підприємства або поблизу його будинків, приміщень і пристроїв санітарно-гігієнічного обслуговування, будинків і приміщень громадського харчування, медичних пунктів, приміщень для відпочинку. На всіх виробництвах медичних засобів передбачають гардеробні, душові, умивальні й залежно від характеру виробництва – сушарки, камери знешкодження, обезпилювання одягу, фотарії й ін. Для груп виробничих процесів з різко вираженими процесами шкідливості (застосування аніліну, свинцю, ртуті, миш'яку, фосфору, радіоактивних і інших речовин) гардеробні й душові влаштовуються у вигляді пропускника.

Особливі вимоги пред'являють до допоміжних і побутових будинків і приміщень, які розташовані в зоні виробничих цехів і установок, якщо в них застосовують легкозаймісті рідини, горючі гази. Допоміжні приміщення на території кварталів з вибухонебезпечними виробництвами медичних виробів варто розташовувати в окремих спорудах, з урахуванням розміщення їх на відстані 300 м від робочих місць. У цих будинках можна розміщати приладдя підсобно-виробничого призначення.

Допоміжні приміщення для персоналу, що обслуговує технологічне устаткування на зовнішніх установках, розміщають в окремих будинках без спеціальних переходів. Якщо технологічне устаткування розташоване в закритих опалювальних будинках з постійними робочими місцями, допоміжні будинки з побутовими приміщеннями з'єднують опалювальними переходами або пристроюють їх до виробничих приміщень, з'єднуючи при цьому тамбуром-шлюзом з підпором повітря в шлюзах.

Системи побутового обслуговування можуть бути централізовані, тобто для кожної установки є свій комплекс побутових пристроїв, або частково централізовані, коли деякі побутові пристрої установок і виробництв поєднують у загальному блоці. Адміністративно-побутові будинки варто розміщати за можливістю рівномірно на всій території підприємств, в зонах, як правило, по периферії кварталів і в місцях руху робітників. У разі централізованої системи побутового обслуговування з'являється можливість проектувати систему побутового обслуговування як самостійний елемент генерального плану, за такої системи побутові приміщення розміщають, як правило, в окремих

будинках.

Склади промислових підприємств. Проектування складів має за мету найбільш раціонально вирішувати наступні завдання:

1. Рівномірно й надійно постачати сировиною й матеріалами процес виробництва й замовників, яким дане підприємство постачає напівфабрикати або вироби.

2. Регулювати рух матеріалів на виробництві між ділянками, цехами й т.д.

3. Забезпечити контроль за складованими матеріалами й видачу інформації про їхній рух.

4. Максимально скорочувати оборот матеріалів у сфері складування й транспортування до моменту їхньої передачі виробництву.

За своїм призначенням склади промислових підприємств можуть бути підрозділені на наступні етапи: склади сировини й основних матеріалів; склади проміжних виробів і напівфабрикатів; склади готової продукції; інші склади (допоміжні й проміжні).

За типом будинку й характером угруповання склади промислових підприємств підрозділяють на відкриті, під навісом, закриті (одноповерхові й багатопверхові) і спеціальні. За розміщенням на генеральному плані промислового підприємства склади підрозділяють на окремо узяті, що примикають до цехів, внутрішньоцехові (вбудовані), позаділянкові, периферійні й розташовані в центрі підприємства або промислового району.

Розроблена санітарна класифікація виробництв, яка розподіляє їх на п'ять класів відповідно до «Санітарних норм проектування промислових підприємств». Клас виробництва визначають за наступними критеріями: потужність виробництва, властивості сировини і продукту, особливості технологічного процесу. Так до першого класу відноситься виробництва аніліну, фенолу при сумарній потужності виробництв більше 1000 т/год., якщо потужність виробництва тих самих речовин менше 1000 т/год – це виробництво належить до другого класу.

Що стосується пожежної небезпеки всі виробництва поділяються на шість категорій. В нормативно-технічній документації їх позначають буквами від А до Е. До категорії А відносяться вибухо- і пожежебезпечні виробництва, пов'язані з

переробкою, застосуванням або отриманням рідин з температурою спалаху пари 28 °С і нижче, газів з нижньою межею вибуховості 10% (об.) і нижче, а також речовин, вибух і займання яких можуть відбутися при контакті їх з водою або киснем повітря. До них можна віднести виробництва, де виробляють або застосовують водень, деякі органічні розчинники та інші. *До категорії Б* відносяться вибухо- і пожеженебезпечні виробництва, пов'язані з переробкою, застосуванням або отриманням рідин з температурою спалаху від 28 до 61 °С, газів з нижньою межею вибуховості вище 10% (об.), а також виробництва, в яких можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні суміші. *До категорії В* відносяться пожеженебезпечні виробництва, пов'язані з обробкою, застосуванням або отриманням рідин з температурою спалаху пари вище 61 °С або твердих речовин, що згорають. *До категорії Г* відносяться виробництва, пов'язані з обробкою речовин, що не згорають, і матеріалів в гарячому або розплавленому стані. *До категорії Д* відносяться виробництва, пов'язані з обробкою речовин, що не згорають, в холодному стані. *До категорії Е* відносяться виробництва, пов'язані з переробкою речовин, здатних вибухати без подальшого горіння.

Відкриті склади призначені для зберігання матеріалів і виробів, що не піддаються змінам від впливу різних метеорологічних умов (температур, атмосферних опадів, сонячних променів і т.п.). Території відкритих складів можуть розташовуватися на рівні землі або мати вигляд піднятих над землею платформ. Невеликі відкриті склади на заводських площадках обладнають автомобільними залізничними кранами, укладальними машинами й перехідними транспортерами. Більші відкриті склади для зберігання сипучих матеріалів навалом обладнають мостовими кранами на естакадах.

Навіси й платформи (напівзакриті склади) призначені для зберігання матеріалів, що потребують захисту від дощу, снігу й сонячних променів.

Навіси становлять собою покрівлю, підтримувану стовпами. Для зберігання матеріалів, що вимагають захисту від впливу температури, атмосферних опадів і запилення, проєктують закриті склади (будинки) – одноповерхові й багатоповерхові. Розміри

площ закритих складів розраховують по діючих нормах технологічного проектування.

Складська площа підрозділяється на:

- корисну вантажну площу, зайняту штабелями матеріалів або стелажамі;

- оперативну площу, зайняту проходами, сортувальними й приймально-розподільчими ділянками, ваговими пристроями й службовими приміщеннями;

- конструктивну ділянку.

У закритих складських приміщеннях повинне бути забезпечене застосування найбільш прогресивної технології складування й організації комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Під час проектування одноповерхових і багатоповерхових будинків складського призначення без підвісного й з підвісним транспортом, а також обладнаних мостовими кранами, застосовують уніфіковані типові секції й габаритні схеми.

Висоту приміщень одноповерхових складських будинків приймають 3,6; 4,8; і 6 м, розміри проходів і проїздів у складських будинках визначаються залежно від габаритних розмірів, збережених у них матеріалів, способу транспортування й місця їхнього зберігання. Довжина залежить від заданої ємності складу.

Багатоповерхові склади проєктуються з обліком спеціальних технологічних вимог або техніко-економічних обґрунтувань, в умовах міської забудови або на ділянках з різко вираженим рельєфом. Багатоповерхові складські будинки проєктують шириною не менш 30 м. Їх обладнають вантажними ліфтами й підйомниками безперервної дії.

На генеральному плані групи підприємств складського господарства повинні розміщатися комплексно:

а) у взаємозв'язку з вибором раціональних видів транспорту для зовнішніх і внутрішніх вантажних операцій;

б) у взаємодії з технологічним процесом груп підприємств і комплексної механізації, що забезпечує безперебійну передачу матеріалів з базисних (центральної) складів на проміжні склади й у цехи.

Сучасна тенденція розвитку матеріалоємних виробництв

передбачає винесення складів на периферію території генерального плану з організацією переміщення матеріалів за допомогою механічного транспорту безперервної дії.

У разі виробництв лікарських речовин, де достатнє число підприємств має безперервний цикл і вибухонебезпечне виробництво, сировинні склади, пожежо- і вибухонебезпечні ємності виводяться з виробничих зон і з'єднуються з основним технологічним процесом трубопроводами на естакадах, лотках, конвеєрах і т.п. Одним з основних напрямків у разі проектування складів є укрупнення складського господарства й раціональне розміщення його на генеральному плані, що дозволяє значно удосконалити структуру вантажних операцій, сприяє кращому використанню складського простору і є основою для впровадження високопродуктивної складської підйомно-транспортної техніки.

Інженерні спорудження. До інженерних споруджень відносять усі будівельні об'єкти, крім водопроводів, естакад, галерей, трубопроводів, етажерок, водонапірних башт й т.п. На промислових підприємствах інженерні спорудження розрізняються залежно від характеру виробництва. Вони можуть розташовуватися як усередині, так і поза промисловими будинками, а також незалежно від будинків, маючи самостійне значення.

Інженерні спорудження варто відрізнити від технологічного й інженерного устаткування, будинків, систем інженерного забезпечення, виробничих споруджень. На відміну від інженерних споруджень у виробничих спорудженнях здійснюється технологічний процес по одержанню основного й проміжного продукту виробництва, але зводяться вони, як і інженерні спорудження, будівельними методами.

Технологічне й інженерне устаткування зводять у більшості випадків методами машинобудування, ті монтують із елементів, що виготовляють на підприємствах машинобудівних галузей.

Опори й естакади. Постаменти під горизонтальну й вертикальну апаратури призначаються для різного роду апаратів, у яких можуть проходити різні хімічні й інші процеси.

Найбільше часто зустрічаються в хімічній, фармацевтичній, нафтопереробній, каучуковій промисловості, на заводах

залізобетонних і пластмасових виробів. Окремо взяті опори й естакади для трубопроводів застосовують у тих випадках, коли виробничі комунікації прокладають відкритим способом.

Трубопроводи застосовуються діаметрами від декількох сантиметрів до 2 – 3 м для газопроводів. Трубопроводи середніх і більших діаметрів є балками циліндричного перетину й мають більшу несучу здатність, що дозволяє спирати їх на окремо взяті опори із кроками 6 – 12 – 18 м.

Трубопроводи малих діаметрів вимагають більше частих опор, тому для них необхідно застосовувати естакади із пролітними будовами, на які опираються поперечні траверси із кроками 3 – 4 – 6 м.

Трубопроводи можуть розташовуватися на трьох рівнях:

- на залізобетонних шпалах, покладеними на піщаній подушці;

- на низьких залізобетонних опорах висотою 0,9 – 1,2 м;

- на високих залізобетонних або сталевих опорах і естакадах висотою 5 – 6 м і більше.

Одноярусні й двоярусні окремі опори, як правило, виконують збірними залізобетонними. За ширини траверс до 1,8 м вони виконуються Т-подібними, а при ширині до 2,4 м з одною стійкою та окремими траверсами.

За більшої ширини траверс опори робиться з двома стійками.

Багоярусні опори, а в північних і важкодоступних районах усі опори, можуть виконуватися сталевими. Висота опор до верху нижньої траверси приймається 5,4; 6; 6,6; 7,2 і 7,8 м.

Типові двох'ярусні естакади із прольотом 18 м можуть бути залізобетонними із сегментними, безрозкісними фермами, зі сталевими ґратчастими фермами, що опираються на залізобетонні або сталеві колони. Температурні блоки можуть мати довжину до 72 – 75 м.

Двоярусні естакади залізобетоні, складні, мають малу повторюваність елементів, тому такі естакади виконуються в більшості випадків сталевими.

Триярусні естакади, а також естакади у важкодоступних районах і естакади із прольотами більше 18 м робляться сталевими.

Опори й естакади проектують із використанням наступних

нормативно-технічних документів: СНіП 2.09.03-85 «Споруди промислових підприємств». Зміна № 1 (національна) Наказом Держбуду України від 21.10. 2004 року № 195 набуття чинності встановлено з 1 квітня 2005 р.; ДСТУ Б В.2.6-80:2009 «Конструкції будинків і споруд. Естакади одноярусні під технологічні трубопроводи. Типи та основні параметри»; ДСТУ Б В.2.6-81:2009 «Конструкції будинків і споруд. Естакади двоярусні під технологічні трубопроводи. Типи та основні параметри»; ДСТУ Б В.2.6-82:2009 «Конструкції будинків і споруд. Опори окремо розташовані під технологічні трубопроводи. Типи та основні параметри».

Розвантажувальні естакади призначаються для розвантаження різних матеріалів із залізничних вагонів, транспортування матеріалів (вугілля, торфу, деревини, ошурок) і прокладки трубопроводів.

Естакада являє собою відкрите горизонтальне або похиле спорудження, що складається з ряду опор і пролітної будови, призначене для прокладання залізничних, автомобільних і пішохідних доріг та комунікацій. Естакади для розвантаження різних матеріалів із залізничних вагонів можна виконувати зі збірного залізобетону й сталевих конструкцій. Естакади, призначені для прокладання трубопроводів з легкозаймистими горючими рідинами й газами, повинні мати неспаленні несучі й конструкції, що обгороджують.

Відкриті кранові естакади призначені для обслуговування складів, обладнаних мостовими електричними кранами вантажопідйомністю 10 – 50 т і більше. Сталеві підкранові балки застосовують у разі важкого режиму роботи кранів або при вантажопідйомності 50 т і більше.

На рис. 9.5 – 9.7 наведено фотографії фармацевтичних підприємств міста Київ, на яких візуально можна побачити розташування основних і допоміжних будівель та споруд.

Канали й тунелі. Канали й тунелі – підземні, закриті, горизонтальні або похилі протяжні спорудження, призначені для прокладки комунікацій (конвеєрів, трубопроводів, кабелів) або для проходу людей.



Рис. 9.5. ПРАТ "ФАРМАЦЕВТИЧНА ФІРМА "ДАРНИЦЯ"



Рис. 9.6. ПРАТ "ФАРМАЦЕВТИЧНА ФІРМА "ДАРНИЦЯ"

Канали влаштовують непрохідні, напівпрохідні й прохідні із шириною проходу не менш 0,6 м Висота непрохідних каналів 0,3; 0,6 і 1,2 м, напівпрохідних – 1,2 – 1,8 м. У каналах висотою 1,2 – 1,8 м і більше передбачаються люки розмірами 600 – 800 мм, з відстанню між ними не більше 60 м.



Рис.9.7. Корпорація «Артеріум»

Контрольні запитання

1. Які типи промислових будинків Вам відомі?
2. У чому полягає особливість проектування складів промислових підприємств?
3. У чому полягає особливість проектування інженерних споруд промислових підприємств?
4. Назвіть основні параметри, що забезпечують уніфікацію об'ємно-планувальних і конструктивних рішень при проектуванні промислових будівель.
5. У чому полягає зв'язок будівельного проектування з технологічним?
6. У чому полягає типізація і уніфікація секцій, прольотів та конструкцій промислових будівель?

Список використаних джерел

1. Теоретичні основи фармацевтичної технології: навч. посіб. / Є.В. Гладух, І.В. Сайко, О.О. Ляпунова, Д.П. Солдатов.– Х.: НФаУ, 2016. – 203 с.
2. Практикум з промислової технології лікарських засобів / За ред. О.А. Рубан. – Х.: НФаУ, 2015.– 374 с.
3. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: підручник.– К.: Інрес: Воля, 2006.– 264 с.
4. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості: навч. посіб. для фармац. і хім. ВНЗ] / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. – Вінниця: Нова Книга, 2009. – 818 с.
5. Стасевич М.В. Технологічне обладнання фармацевтичної і біотехнологічної промисловості: підручник / Стасевич М.В., Милянчик А.О., Стрельников М.С. та інші. – Львів: «Новий Світ-2000», 2018, – 410 с.
6. Промислова технологія лікарських засобів : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. Закладу / Є.В. Гладух, О.А. Рубан, І.В. Сайко та інші; за ред. Є.В. Гладуха, В.І. Чуєшова. – Вид. 2-ге, випр. Та допов. – Харків: НФаУ, «Новий Світ-2000», 2018. – 486 с.
7. Підручник “Процеси та обладнання хімічної технології” / Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонюк, В.Л. Ракицький, Г.Л.Рябцев. К.: НТУУ «КПІ», 2011. – [Ч. 1. – 300 с.; Ч. 2.-416 с.].
8. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.А.Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов. – Вінниця: "Нова книга", 2005. – 408 с.
9. Промислова технологія лікарських засобів. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів: опрацьоване та доповнене. / О.А. Рубан, В.Д. Рибачук, Л. М. Хохлова, Ю. С. Маслій та ін. – Х.: НФаУ, 2015. – 120 с.
10. Галстян А. Г., Шапкін В. П., Бушуєв А. С. Основи проектування виробництв активних фармацевтичних інгредієнтів: навч. посіб. /за заг. ред. проф. Г. А. Галстяна. Київ: КНУТД, 2022. – 316 с.
11. Проектування біотехнологічних виробництв-2. Основи проектування розрахунково-графічна робота: навчальний посібник / В.М. Поводзинський, М.Ф. Калініна.– Електронне мережне навчальне видання. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 35 с.
12. Промислова технологія лікарських засобів : базовий підруч. для студентів вищ. навч. фармац. закладу / Є. В. Гладух, О. А. Рубан, І. В. Сайко та ін. – Х. : НФаУ : Оригінал, 2016. – 632 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Модуль 1. Загальні принципи проектування	
Лекція 1. Перспективний план і техніко-економічне обґрунтування	4
Лекція 2. Основні стадії проектування хімічних виробництв і устаткування	10
Лекція 3. Проектно-конструкторська документація	13
Лекція 4. Системи автоматизованого проектування (САПР)	20
Модуль 2. Проект хіміко-фармацевтичного виробництва	
Лекція 5. Вибір і розробка технологічної схеми виробництва	32
Лекція 6. Компонування обладнання і будівельна частина проекту	46
Лекція 7. Вибір технологічного устаткування виробництв лікарських речовин та медичних виробів	54
Лекція 8. Проектування генерального плану хіміко-фармацевтичних підприємств	60
Лекція 9. Проектування промислових будівель	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

Навчальне видання

ТРОФІМОВ Ігор Леонідович
МАТВЄЄВА Олена Львівна
ЦИГАНЕНКО Віталій Петрович
ГРУШАК Зоя Василівна

**ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВ ЛІКАРСЬКИХ
ЗАСОБІВ ТА МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ**

Курс лекцій