

ТЕХНОЛОГІЯ СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

© Пальчевський Б.О., 2012

Розглянуто інформаційний підхід до проектування технологічних машин із функціонально-модульною структурою. Показано, що його основою є поєднання методів комбінаторного синтезу і структурної оптимізації.

The informative going is considered near planning of technological machines from functionally module by a structure. It is rotined that his basis is combination of methods of combinatorics synthesis and structural optimization.

Постановка завдання. У разі традиційного методу проектування, часто вживаному досі, конструктор в думках розробляє рішення, перевіряє його за певними критеріями, креслить або відкидає його, залежно від того, чи відповідає воно вибраним критеріям, чи ні. Обидва види діяльності – розробка певного рішення і його перевірка – в такому випадку здійснюються в думках паралельно і настільки швидко і органічно, що вони часто сприймаються як одна дія. Але під час розроблення методики систематизованого проектування технічних систем важливо розрізнати процедуру синтезу варіантів рішень (генерування варіантів) і процедуру обмеження різноманіття рішень для вибору кращого (аналіз, оцінка, відбір, оптимізація).

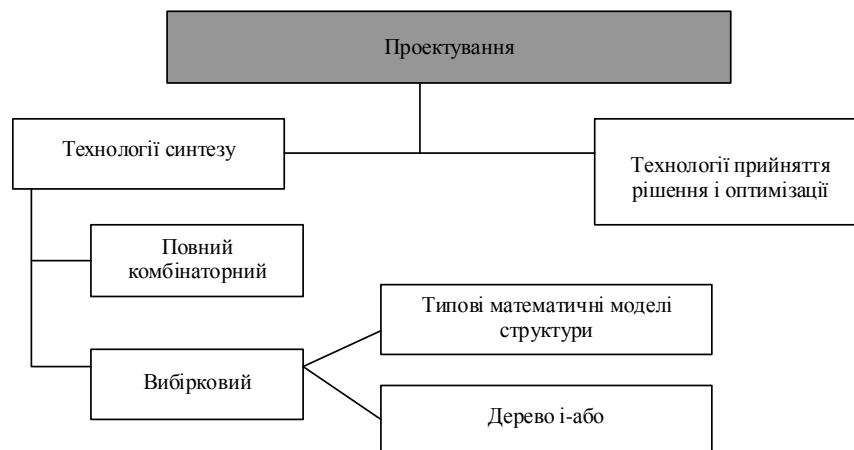


Рис. 1. Структура процесу проектування

Інформаційна технологія в проектуванні – це сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних в технологічний ланцюжок, що забезпечує збір, обробку, зберігання і відображення інформації з метою зниження трудомісткості процесів проектування.

Використання інформаційної технології комбінаторного синтезу в поєднанні з технологією аналізу і оптимізації технічного рішення є науковою основою будь-якого творчого процесу проектування.

Отже, можна стверджувати, що в основу проектування необхідно покласти поєднання методів **технології синтезу і технології оптимізації (аналізу)**.

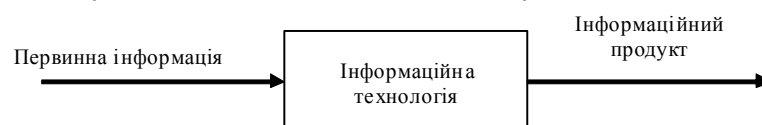


Рис. 2. Інформаційна технологія

Інформаційні технології в проектуванні. Особливість інформаційної технології – базового елементу проектування технологічних систем полягає у використанні багаторівневої декомпозиції технологічного устаткування і робочого процесу в ньому. Кількість рівнів декомпозиції визначається складністю модельованого об'єкта і ступенем деталізації побудованої моделі. Метод дає змогу представити систему у вигляді множини підсистем і елементів, а процес моделювання розділити на складові його процедури.

Наявні наукові розробки з цієї теми не розглядають питання комплексного моделювання і проектування в ланцюзі: “виріб – робочий процес – технологічне устаткування”.

Метою роботи є розробка системи організації інформаційних технологій на основі комплексного моделювання і програмування рішень зі забезпечення оптимальних параметрів проєктованих технологічних комплексів на основі поетапного структурного проектування етапів “виріб – робочий процес – технологічне устаткування”.

Предметом розробки є механізм взаємодії інформаційних технологій під час структурного проектування, а об'єктом – функціональні блоки технологічного устаткування – функціональні модулі.

Теоретичною і методологічною основою розробки є сучасні роботи вітчизняних і зарубіжних фахівців з цієї проблеми і розробки Луцького національного технічного університету.

Системний підхід полягає в проектуванні технологічного устаткування під комплекс функцій технології виробництва виробу, заданих у вигляді функціональної моделі, яка є робочим процесом проєктованого устаткування.

Оптимізаційний синтез функціонально-модульної структури технологічної машини. В основу розробки принципів проектування на основі інформаційних технологій покладено функціонально-модульний опис проєктованого устаткування.

Створення технологічного устаткування на основі модульного принципу дає змогу із обмеженого набору функціональних елементів отримувати різні його компонування, що відповідають конкретному службовому призначенню.

Доцільно удосконалювати технологію проектування в такому напрямі, щоб кожен крок, зроблений від задуму до готового проєкту, був інформаційною процедурою над множиною моделей об'єкта проектування. Для технологічного устаткування ця множина моделей охоплює взаємозв'язані моделі:

- виробу;
- процесу його виготовлення;
- структури устаткування.

Послідовність етапів робочого процесу задає конструкція виробу, послідовність встановлення функціональних елементів машини – задає її робочий процес (послідовність технологічних переходів). Це створює передумови того, що, починаючи з перших і завершуючи останніми етапами проєкту, в ході проектування вся інформація з результатів одного етапу використовується на наступному. Фактично кожна попередня модель задає додаткові обмеження, які зменшують кількість варіантів, отриманих комбінаторним синтезом на наступному кроці.

Процес проектування ґрунтується на наявності схеми проектування, в якій чергуються проєктні процедури двох типів – синтезу і оптимізації технічних рішень, фактично це процедури комбінаторного синтезу та прийняття рішень про відбір деяких з них (рис. 3).

Функціональна модель в загальному випадку розглядає систему як набір дій, кожна з яких перетворює деякий об'єкт. Функціональна модель технологічної системи є сукупністю технологічних завдань, що вирішуються під час виробництва виробу, і зв'язків між ними. Функціональне моделювання технологічної системи – це технологія опису системи як множини взаємопов'язаних функцій або дій. Під час дослідження системи за її моделлю функції досліджуються незалежно від їх носіїв. Зв'язки між елементами моделі виражаються показниками. В основу побудови функціональної моделі покладено декомпозицію останньої за функціональною ознакою з формуванням потоків інформації, що забезпечують рішення завдань структурного проектування. Основний принцип функціонального моделювання полягає в тому, що детальний аналіз системи обумовлює отримання оптимального рішення.

Функціональне моделювання – це ключовий момент формування структури технологічної машини, оскільки модель функцій слугує як би дорожньою картою, що допомагає проєктанту добратися до потрібної компоновки машини. Але для цього треба розробити набір дій, які будуть виконані для реалізації робочого процесу в машині. Модель дій відіграє інтегруючу роль в побудові компоновки машини.

Процес створення проєкту технологічної системи може бути представлений у вигляді послідовного переходу від первинного опису об'єкта в технічному завданні через проміжні моделі (вироби – робочого процесу) – до проєкту моделі технологічної системи.

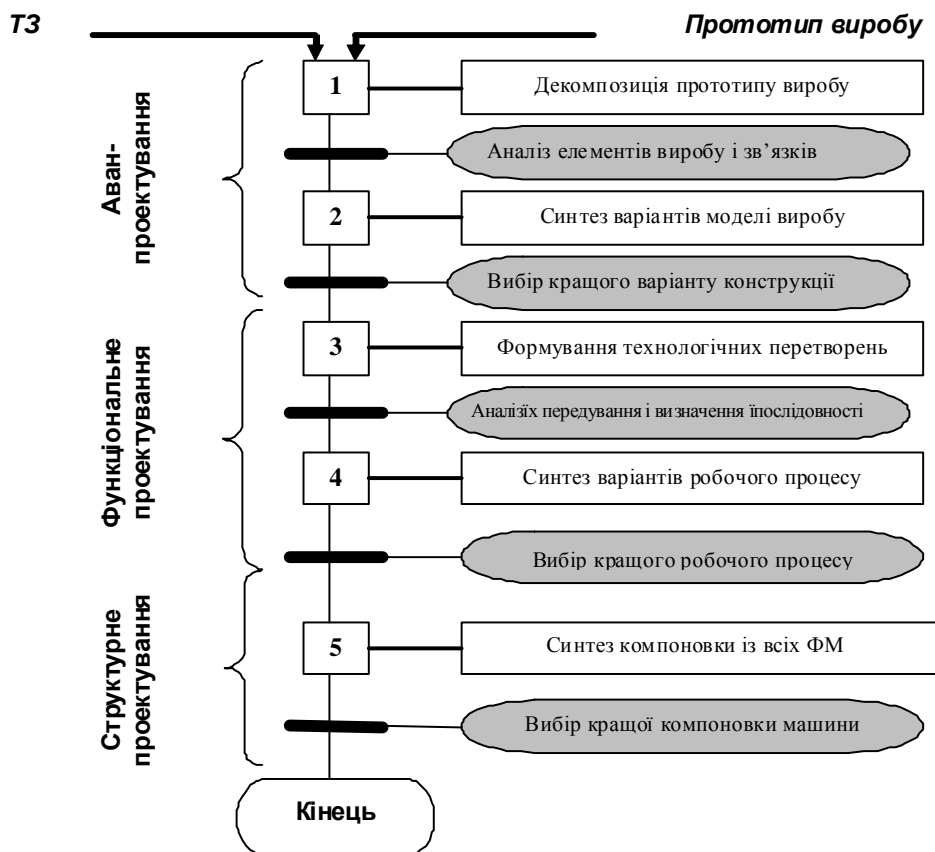


Рис. 3. Узагальнена схема технології структурного проєкування технологічного устаткування

Структурне проєкування полягає в комбінуванні можливих поєднань ФМ технологічної машини, отриманні множини компоновок і їх оцінювання для вибору кращої.

Проблеми, які сховані за таким простим алгоритмом проявляються вже у разі зростання кількості ФМ в структурі машини. Окрім того, важливою є розробка зручного і доступного критерію для оцінки компоновок.

Ці складності виявили появу модифікованих процедур синтезу, а саме покрокового синтезу компоновки й ієрархічного синтезу.

Покроковий синтез компоновки технологічної машини. Процес проєкування полягає в послідовному приєднанні до машини окремих функціональних елементів машини на кожному з етапів і оцінювання одержаного результату. Процедура оцінювання показана як логічна умова переходу до подальшого етапу проєкування.

Особливістю такого синтезу є адитивність критерію оцінки і відбору компоновки на кожному кроці проєкування. До таких критеріїв можна зарахувати вартість ФМ, його масу, енерговитратність тощо. Окрім того, слід зазначити, що послідовність приєднання ФМ до машини може бути як пряма, тобто починаючи із ФМ для виконання першої технологічної функції, так і зворотна, коли покроковий синтез починається із останнього (викінчувального) ФМ.

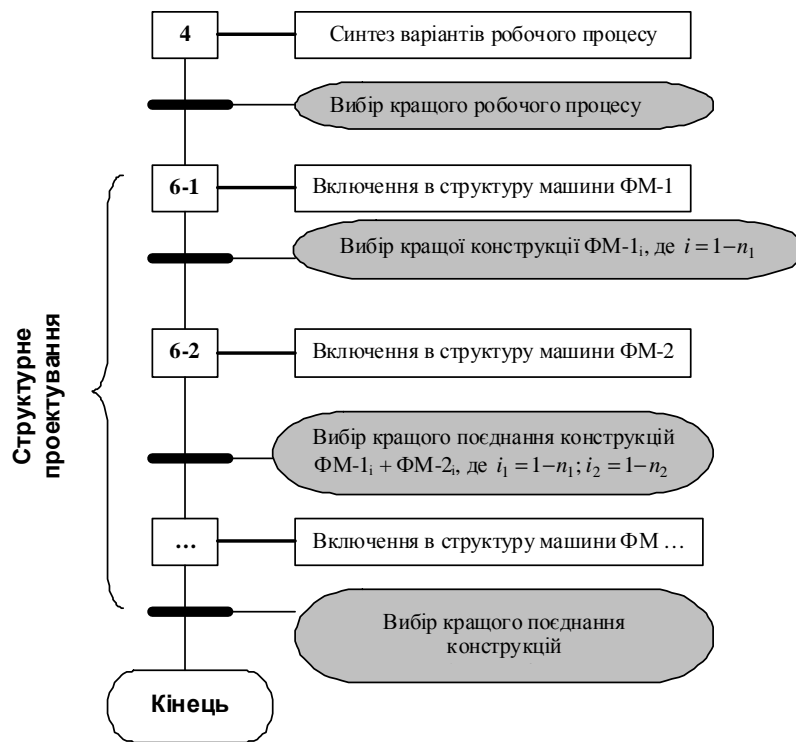


Рис. 4. Схема покрокового структурного синтезу компоновки машини

Ієрархічний синтез компоновки технологічної машини. Задля полегшення пошуку належної компоновки і прискорення віртуального пошуку сьогодні великі бібліотеки формуються за принципом будівельних блоків ВВ (building blocks), що виконують складнішу частину робочого процесу машини.

Під час функціонально-модульного опису проєктованого устаткування блоками за ВВ прийнято функціональні модулі (ФМ) або їх поєднання.

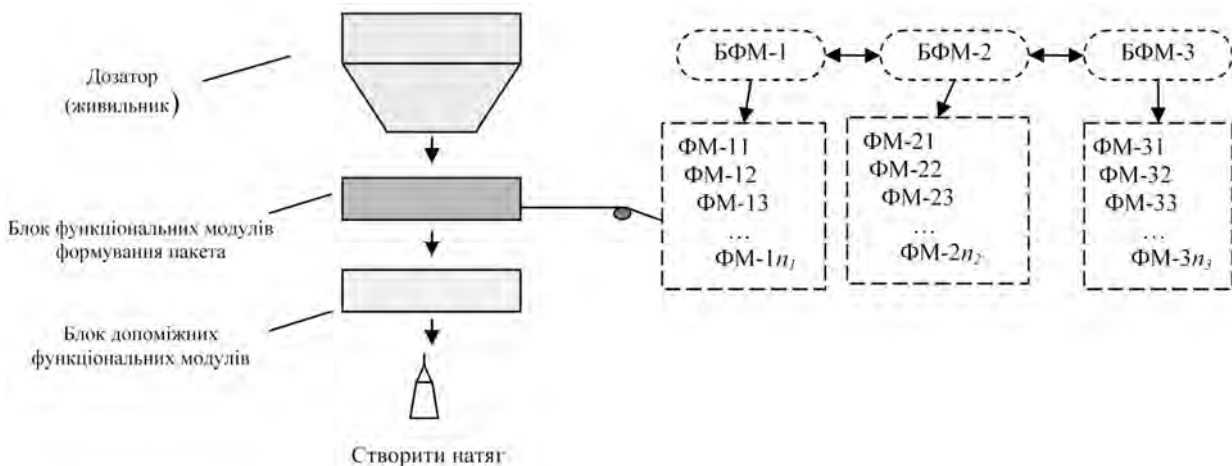


Рис. 5. Схема використання під час проєктування ВВ, створених із ФМ

В основу розробки процесу проєктування на основі інформаційних технологій покладено функціонально-модульний опис проєктованого устаткування, в якому блоками ВВ є функціональні модулі (ФМ).

Відмінна риса застосування ВВ полягає в такому:

1. Незначна кількість деталей у ВВ може бути розроблена ретельніше з використанням методів аналізу і моделювання, недоступних для великого масиву з'єднань. Це дає змогу отримувати надійніші результати.
2. По-друге, менша кількість структурних одиниць полегшує комбінаторні процеси.

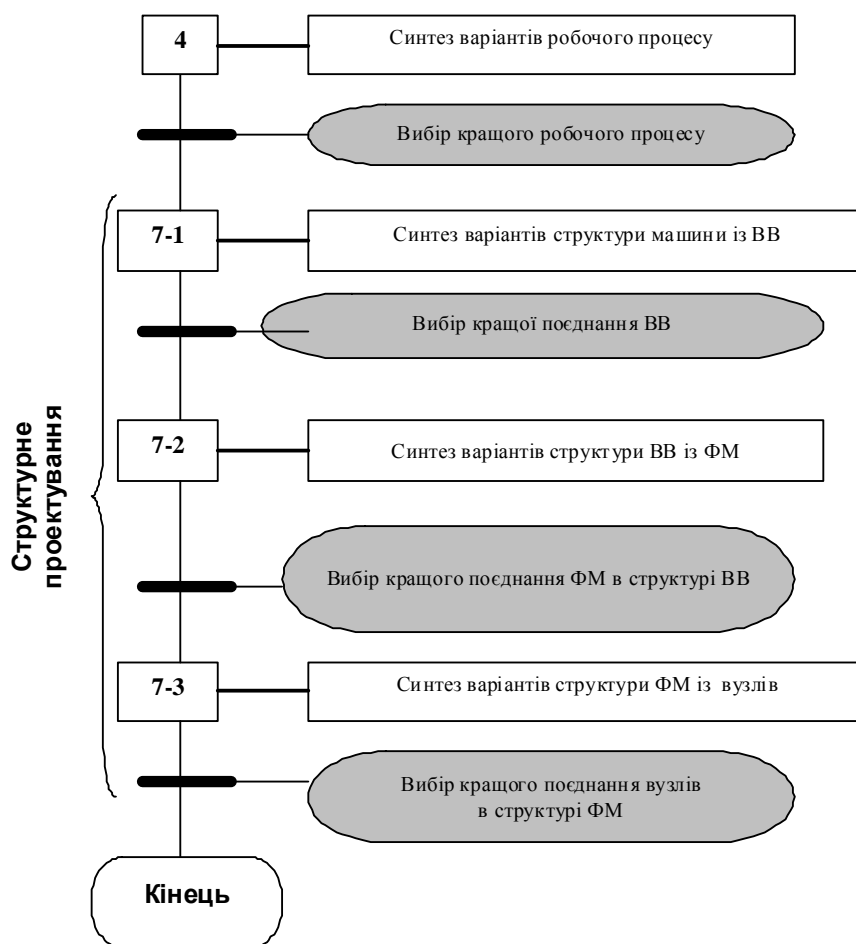


Рис. 6. Схема ієрархічного структурного синтезу компоновки машини

Справді, нехай для реалізації процесу виготовлення виробу для реалізації 4-х технологічних переходів необхідно використати чотири типи функціональних модулів ФМ1 – ФМ4, кожен з яких може мати певну кількість конструктивних виконань, наприклад ФМ-11, ФМ-12, ФМ-21, ..., тобто кількість варіантів кожного типу ФМ становитиме відповідно $n_1 = 3$, $n_2 = 2$, $n_3 = 4$, $n_4 = 2$. ФМ, що виконують 1-й і 2-й переходи об'єднують в блок типу ВВ-1, а ФМ, що виконують 3-й і 4-й переходи, – в блок типу ВВ-2. Враховуючи, що блоки типу ВВ-1 і ВВ-2 можуть мати в своєму складі різні за конструкцією ФМ, ми отримаємо такі їх конструктивні виконання:

- для 1-го і 2-го технологічних переходів: ВВ-11=(ФМ-11+ФМ-21); ВВ-12=(ФМ-12+ФМ-22); ВВ-13=(ФМ-13+ФМ-22);
- для 3-го і 4-го технологічних переходів: ВВ-21=ФМ-31+ФМ-41; ВВ-22=(ФМ-32+ФМ-42); ВВ-23=(ФМ-33+ФМ-42).

Тоді у разі повного комбінаторного синтезу машини із всіх ФМ за заданої послідовності їх використання отримаємо кількість варіантів компоновки:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 = 3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 = 48 \text{ компоновок.}$$

У разі ієрархічного синтезу при комбінаторному синтезі із ВВ за заданої послідовності використання отримаємо:

$$N' = 3 \cdot 3 = 9 \text{ компоновань.}$$

На першому етапі структурного проектування об'єктами синтезу є ВВ, а на інших етапах кожен із цих ВВ може бути об'єктом синтезу і оптимізації.

1. Пальчевський Б.О. Інформаційні технології проектування технологічного устаткування: Монографія. – Луцьк: Луцький НТУ, 2012. – 572 с.