

УДК 621.798.001.24 (07)

Б.О.Пальчевський

Луцький національний технічний університет

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Розглянуто особливості застосування функціонально-модульного підходу до проектування технологічних машин. Показано процес формування і аналізу комп'ютерних моделей технологічних машин при оптимізації їх структури.

Аналіз напрямків проектування має важливе значення в період прискорення науково-технічного прогресу і зв'язаного з цим скорочення термінів морального старіння більшості технологічного обладнання. Можна з впевненістю стверджувати, що якість технологічних машин в значній степені визначається на стадії їх проектування, ефективність якого безпосередньо пов'язана з рівнем автоматизації всіх етапів проектування.

Відповідно до загальної теорії систем система як ціле отримує певні неадитивні властивості тільки тоді, коли правильно узгоджено вимоги, що висуваються до її елементів. Модульний принцип побудови відноситься до числа основних системних вимог, що висуваються до технологічних машин і їх систем. Він дозволяє синтезувати із обмеженого набору уніфікованих модулів найрізноманітніші по складу і функціях технологічні машини і лінії. Цей принцип може бути реалізований при виконанні трьох умов:

- Функціональна автономія модулів.
- Децентралізація інформації і керування.
- Інваріантність структури модуля по відношенню до технологічної машини.

Створення високоєфективних технологічних комплексів є одним із найбільш складних завдань розвитку сучасного виробництва через багатоваріантність можливих рішень як при розробці фізичних процесів їх функціонування, виборі технічних засобів як модулів для створення цих комплексів, так і формуванні зв'язків між ними.

Протиріччя між спеціалізацією технологічних машин для забезпечення високої продуктивності і його гнучкістю для забезпечення його переналаджуваності найбільш вдало розв'язується за допомогою застосування модульного методу побудови. Він полягає в тому, що ТК компонується із поєднання спеціальних і стандартних (уніфікованих) функціональних елементів або модулів (далі скорочено ФМ), кожен з яких призначений для виконання заданих функцій. Ефективність технологічних машин забезпечується при компонуванні шляхом раціонального обмеження комплектів спеціальних ФМ (не більше 20 %).

Застосування функціонального-модульного принципу створення технологічних машин дозволяє:

1. Скоротити час і трудоемність проектування і виготовлення технологічних машин завдяки використанню існуючих уніфікованих ФМ.
2. Розширювати виробничі можливості модульної системи шляхом її постійного вдосконалення шляхом нарощування специфікації раніше розроблених ФМ.
3. Підвищувати надійність модульної технологічних машин в цілому шляхом попереднього відпрацювання конструкції ФМ
4. Покращувати експлуатаційність, ремонтпридатність і знижувати вартість ФМ шляхом зменшення їх різноманітності введенням уніфікації.

Використання функціонально-модульного принципу створення технологічного обладнання передбачає уніфікацію не лише робочих ФМ (вузли і механізми обладнання), допоміжних ФМ (вузли для транспортування деталей, бункерні установки тощо), але й різноманітних допоміжних елементів (ящики, лотки, стільці, опори для ліктів і ніг тощо).

Одна з основних задач, що стоять при підготовці виробництва технологічного модульного обладнання, - визначення номенклатури і параметричних рядів ФМ, що виготовляються серійно. При її вирішенні слід врахувати, що економічні інтереси підприємств-виробників обладнання і підприємств-замовників не співпадають. Підприємствам-виробникам вигідно, щоб число типорозмірів ФМ було найменшим, а величини параметрів – найбільшими. При цьому збільшується серійність виробництвами, внаслідок цього, спрощуються питання його організації, з'являється

можливість використання більш продуктивного спеціалізованого обладнання і т.п. В той же час з ростом металоємкості вузлів, що пов'язані з великими значеннями параметрів, збільшується вартість обладнання. Все це добре впливає на економічні показники підприємств-виробників. Підприємствам-замовникам вигідно, щоб величини параметрів вузлів, установок і елементів модульного обладнання відповідали умовам виготовлення конкретних виробів. Про цьому зменшуються капітальні затрати на обладнання і експлуатаційні витрати. Оптимальне вирішення вказаної задачі слід шукати з позиції отримання максимального народногосподарського ефекту.

Кожен варіант технологічної машини характеризується величинами продуктивності, собівартості, капітальних вкладів, наведеними затратами, на основі яких і вибирають доцільне технічне рішення. Велика трудомісткість і вартість проектування кожного варіанту технологічної машини традиційними методами робить майже неможливим розгляд всіх технічно доцільних рішень. На практиці обмежуються проектуванням одного-двох суб'єктивно відібраних варіантів. При цьому оптимальне рішення може опинитись поза розглядом.

При розробці нової технологічної машини вибирають аналог з числа відомих систем і в ньому удосконалюють зміст частин одного або декількох рівнів (рис. 1).

Завдання рівня 1. У завданні формулюється нова проблема, яка викликана новою потребою, уточнюються умови і обмеження її реалізації. Це найважчі завдання проектування.

Завдання рівня 2 – розробка принципової схеми функціонування машини. Для реалізації однієї і тієї ж потреби існує декілька альтернативних принципів функціонування, що визначають функціональну схему машини по перетворенню вхідного потоку речовини, енергії, інформаційних сигналів у вихідний потік виробів. Необхідно вибрати найбільш перспективну з них. Принципова функціональна схема машини дозволяє відповісти на питання що, як, і в що перетворюються вхідні потоки. Наприклад, в системі «технологічна пакувальна машина» вхідний потік тари, продукту і додаткових пакувальних засобів під дією енергетичних дій і сигналів управління перетвориться у вихідний потік упаковок заданої якості

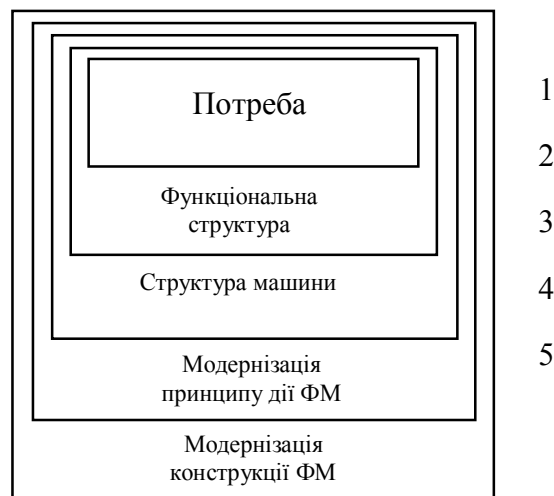


Рис.1. Ієрархія завдань проектування

Завдання рівня 3 – проектування конструкції машини. Для однієї і тієї ж функціональної схеми можна знайти декілька альтернативних структур. Більшість технологічних машин складаються з декількох частин, вузлів (двигун, редуктор, варіатор, передачі і т.д.). Кожна частина реалізує свою технічну функцію. Частини, утворюючи технологічну машину, нерозривно функціонально зв'язані між собою. При пошуку технологічну машину, що розробляється, розбивають на вузли з вказівкою їх функцій. Потім за джерелами інформації знаходять відомі вузли функціонального ідентичного призначення і з них складають машину з новими системними властивостями.

Завдання рівня 4 – модернізація способу функціонування вузла машини. Кожен вузол системи може бути реалізований на основі різних фізичних принципів дії. У завданні потрібно знайти варіанти вузла технічної системи із застосуванням різних фізичних законів, закономірностей і явищ. Накопичені варіанти аналізуються при ухваленні рішень. Завдання цього рівня представляють собою по суті так званий метод «швидкого прототипування».

Завдання рівня 5 – модернізація вузла машини. Один і той же фізичний принцип дії може бути реалізований великим числом варіантів конструкції вузла. Рішення задачі зводиться до розробки різних варіантів і вибору кращих.

З підвищенням рівня завдань від 5 до 1 трудність їх рішення зростає, але і економічний ефект від результатів їх впровадження збільшується.

Впродовж останнього десятиріччя вимоги, що висуваються до якості проектів і термінів їх виконання, виявляються все більш жорсткими, особливо в зв'язку зростання складності проєктованих технологічних машин і підвищення важливості виконуваних ними функцій. Вирішити протиріччя між зростанням складності проєктованих технологічних машин і необхідністю більш глибокого опрацювання їх проектів можливо тільки на основі автоматизації проєктування за допомогою широкого застосування обчислювальної техніки. Однак проєктування технологічних машин стало областю інженерної діяльності, найбільш складною для автоматизації. Мета автоматизації проєктування - підвищення якості проектів, зниження матеріальних витрат, скорочення термінів проєктування, підвищення продуктивності праці проєктантів. Отже, центральне завдання в створенні систем автоматизованого проєктування — це розробка нової технології проєктування, яка дозволяла б вже на найраніших етапах проєктування достатньо правильно вибрати основні параметри конструкції і оцінити різні характеристики її ефективності. І впродовж всього процесу проєктування контролювати зміну цих характеристик так, щоб в результаті пред'явити до випробувань конструкцію, що вже не вимагає доведень.

Проте головним питанням, що визначає ефективність САПР є проблема автоматизації початкового етапу проєктування, так званого *аван - проєктування*. У цій проблемі основна наша увага зосереджується на виборі альтернативних варіантів при зав'язці проекту, тобто при формуванні структурної компоновки технологічної машини.

Проблема проєктування компоновки є, ймовірно, не тільки найбільш важкою, але і вузловою проблемою проєктування технологічної машини. Насправді, адже помилка у виборі структури технологічної машини не може бути потім виправлена ні досконалістю вибору вузлів машини, ні досконалістю методів інженерних розрахунків при визначенні режимів функціонування технологічної машини, ні графічною технікою. Теоретичні основи оптимального проєктування технологічних комплексів, тобто науково обґрунтовані методи, які дозволяють по заданих вхідних даних формувати загальну сукупність технічно можливих варіантів, проводити їх порівняльний аналіз і відбір аж до виявлення оптимального варіанта. Необхідно розробити метод синтезу технологічних комплексів із ФМ відповідного ієрархічного рівня, який дозволить знайти сукупність технічно доцільних варіантів і шляхом їх направленої відбору з використанням ЕОМ вибрати той, що забезпечує задану якість і програму випуску виробів з найкращими економічними показниками.

Аван-проєктування — це якраз та область, де хороша наукова основа, тобто застосування передових методів наукового аналізу і структурної оптимізації, може компенсувати відносну слабкість обчислювальної техніки. До них відносяться:

1. Розвиток теорії комплексної оптимізації технологічних процесів виготовлення виробів, що включає вибір найбільш ефективних методів виконання операцій та вибір раціональних по концентрації операцій структурі процесів та переходів в структурі операцій.
2. Розробка методів оптимізаційного синтезу технологічних машин, які дозволяють здійснювати направлений пошук раціональних компонок, що забезпечують кращі техніко-економічні показники.

Розроблений метод оптимізаційного проєктування структурно-компоновальних схем модульного технологічного обладнання дозволяє з великою часткою ймовірності знайти оптимальний варіант. Для цього запропоновано використання покрокової процедури оптимізації з визначенням напряму пошуку потрібного варіанту. При цьому на кожному етапі проєктування число варіантів, що розглядаються, зменшується, а глибина пропрацювання кожного варіантів, що залишились, що претендують на оптимальність, зростає. Застосування цього методу значно зменшує об'єм простих робіт в порівнянні з повним перебором технічно можливих варіантів технологічного комплексу і є науковою основою для переходу до автоматизованої системи проєктування технологічного обладнання.