

OPTIMIZATION OF CONFIGURATION OF PACKING TECHNOLOGICAL LINES

L. Krivoplyas-Volodina*, S. Tokarchuk**, G. Valiulin,
National university of food technologies

Key words:	ABSTRACT
optimization, design, packing, mathematical model, efficiency	Article is devoted to the solution of an important problem concerning configuration of the automated packaging processing lines.
Article history: Received 15.04.2016 Received in revised form 9.05.2016 Accepted 9.06.2016	Configuration optimization — an important factor of the solution of tasks power — and resource-saving, the mistakes made at this design stage lead to difficult consequences as from the point of view of excessive costs of energy, materials and products, and from the point of view of losses of appliances.
Corresponding author: tmipt_xp@ukr.net *ORCID: 0000-0003-1516-6153 *ORCID: 0000-0002-8187-0854	Authors have considered the main aspects and benefits of use of mathematical modeling when designing packaging processing lines. The algorithm of optimization is presented in the form of four-level hierarchical structure. The task of modeling and designing of the formalized volume and spatial technological system is solved.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОМПОНОВКИ ПАКУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ

Л.О. Кривопляс-Володіна, канд.техн.наук,
С.В. Токарчук, канд.техн.наук,
Г.Р. Валіулін, канд.техн.наук
Національний університет харчових технологій

Стаття присвячена вирішенню важливої проблеми щодо компонування автоматизованих пакувальних технологічних ліній. Проектування та компонування пакувальних технологічних ліній є найбільш складним і визначальним етапом забезпечення їх ефективності.

Авторами розглянуто основні аспекти та переваги використання математичного моделювання при проектуванні пакувальних технологічних ліній.

Ключові слова: оптимізація, проектування, пакування, математична модель, ефективність.

Вступ. Застосування математичних моделей, а також принципів і методів синтезу, аналізу та оптимізації компоновочних рішень є розповсюдженими методами при вирішенні задач проектування та експлуатації пакувальних технологічних ліній (ПТЛ).

Алгоритм оптимізації умовно можна представити у вигляді чотирирівневої ієрархічної структури (рис. 1). Метод математичного моделювання (ММ) ґрунтується на використанні деякої гомоморфної математичної моделі, яка дає можливість при заданих значеннях векторів вхідних змінних (X), параметрів елементів ПТЛ (K), параметрів навколишнього середовища (V), заданої технологічної топології системи (G) і обраному критерію ефективності технологічної лінії (KE) із заданою точністю знайти значення векторів вихідних змінних ПТЛ (Y), оцінок властивостей (S) і величину KE функціонування ПТЛ (ψ_0).

Мета досліджень. Розглянемо порівняльну характеристику задач проектування і експлуатації ПТЛ, особливо виділяючи специфіку використання ММ принципів і методів синтезу, аналізу та оптимізації ХТМ при пошуку вирішення цих завдань:

1) задача проектування ПТЛ являє собою крайову задачу, в результаті вирішення якої визначаються технологічна топологія (G) і параметри елементів (K) ПТЛ, оптимально

здійснюється (у відповідності з яким-небудь КЕ) перетворення заданих матеріальних потоків (вектор X), задані потоки упакованих продуктів (вектор Y);

2) завдання експлуатації ПТЛ складається: із вирішення задачі з початковими умовами, що дозволяє визначити вектор вихідних (Y) і внутрішніх змінних ПТЛ (Z); а також зміни значень вектора технологічних параметрів елементів (K') [в ряді випадків, і вектора конструкційних параметрів елементів (K'')], що забезпечує інтенсифікацію ПТЛ і оптимізацію режимів функціонування діючої ПТЛ;

3) рівень складності науково-технічних операцій, що виникають при вирішенні задачі проектування ХТМ, набагато вище, ніж при рішенні задачі експлуатації ПТЛ;

4) при вирішенні задач проектування і експлуатації ПТЛ, поряд з математичним моделюванням, широко застосовується фізичне моделювання.

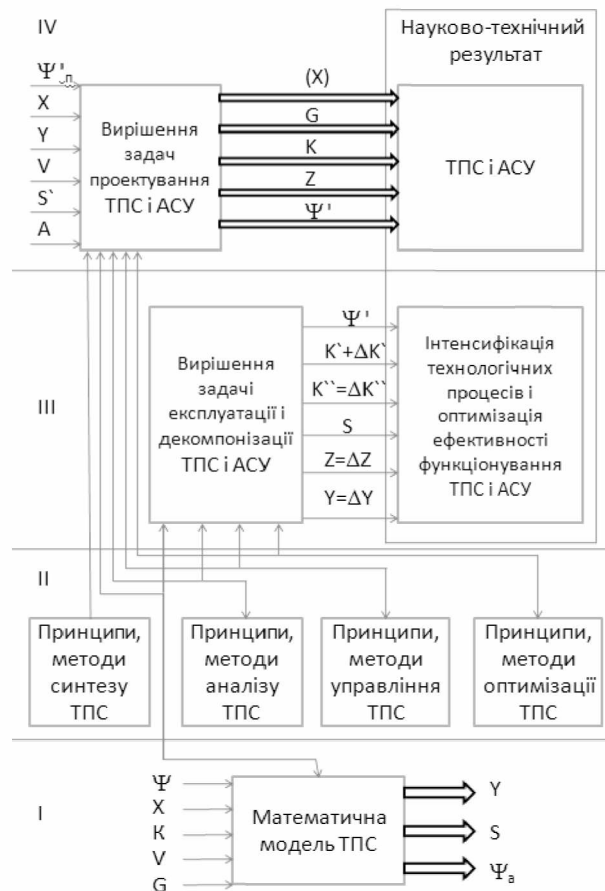


Рис.1. Алгоритм представлення методу математичного моделювання для вирішення задач проектування та експлуатації ПТЛ:

X — вектор вхідних змінних ПТЛ; Y — вектор вихідних змінних ПТЛ; Z — вектор параметрів внутрішніх змінних ПТЛ; K — вектор параметрів елементів ПТЛ; K' (K'') — вектор технологічних (конструкційних) параметрів елементів ПТЛ; V — вектор параметрів навколишнього середовища; G — технологічна топологія ПТЛ; S — вектор ПТЛ; S' — бажані граничні значення; Δ — варіації зміни векторів; ψ — критерій ефективності ПТЛ; ψ_a — деяке значення КЕ; ψ^* — оптимальне значення; ψ_n^* — граничне оптимальне значення КЕ діючих ПТЛ; A — сучасний рівень конструкційних рішень; I..IV — рівні складності завдань проектування експлуатації ПТЛ

Методика досліджень. Метод фізичного моделювання використовується для знаходження меж деформації коефіцієнтів рівнянь ММ окремих ПТЛ (в ряді випадків визначаються і межі деформації функціонального виду цих рівнянь), і тим самим — для масштабування реальної ПТЛ. На основі прийнятих апріорних ММ встановлюється адекватність цієї моделі до реальних ПТЛ.

В роботі розглянуто характеристику деяких основних аспектів та переваг використання математичного моделювання при проектуванні ПТЛ. Математичне моделювання є досить ефективним засобом порівняльної оцінки альтернативних варіантів технологічної топології складної ПТЛ при проектуванні [1].

До завдань оцінки можливих варіантів технологічної топології складних ПТЛ відносяться завдання, які пов'язані з вибором таких параметрів і елементів ПТЛ, які забезпечують узгодження роботи між всіма ділянками і вузлами. Першим етапом моделювання потрібно оцінити продуктивність окремих елементів, технологічних блоків і вузлів, провести розрахунки для вибору відповідних конструктивних і технологічних параметрів елементів, перевіряючи достовірність отриманих результатів шляхом моделювання всієї системи в цілому. Важливе значення має використання математичного моделювання при проектуванні складних ПТЛ для подальшої розробки автоматизованого управління (АУ).

Результати досліджень. Для проведення досліджень лабораторного зразка ПТЛ (наприклад рис. 3) необхідно детальне обстеження (прийнятого в проєкті варіанту) з використанням математичного моделювання та наведених вище рис. 1. методів аналізу.

При цьому буде отримана хоча і попередня, але достатньо обґрунтована оцінка характеристик системи. Аналіз результатів моделювання допоможе розкрити слабкі сторони проєкту, виявити невдалі компоновочні рішення, оцінити узгодженість окремих елементів. Таке обстеження дозволить внести необхідні корективи в проєкт, поліпшити прийнятий варіант і параметри елементів та параметри технологічного режиму ПТЛ — вибрати найбільш обґрунтовано рис. 2.

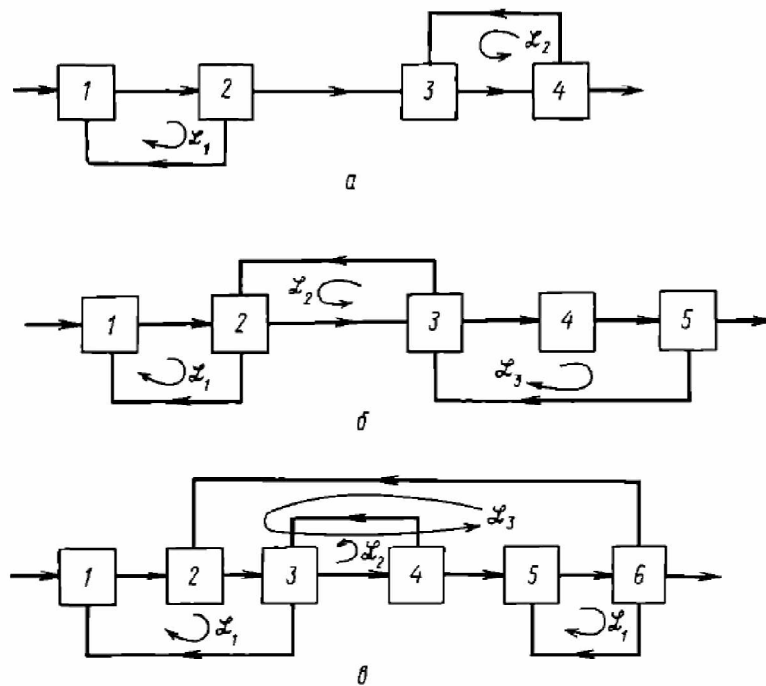


Рис. 2. Структурні схеми різних складних контурних, або багатоконтурних ПТЛ:

а — впорядкована двоконтурна ПТЛ; *б* — впорядкована трьохконтурна ПТЛ; *в* — багатоконтурна взаємозв'язана система ПТЛ; Z_i — потік пакувальних матеріалів

Системні дослідження технічних систем характеризуються обґрунтуванням вихідних концептуальних схем і моделей для постановки і вирішення актуальних науково-технічних завдань.

Теоретико-інформаційний підхід у рамках системних досліджень, повинен виконуватися при вирішенні зазначених вище завдань, насамперед для розкриття інформаційних властивостей взаємодіючих систем і визначення їх якісних і кількісних характеристик.

Нами розглянуто задачу моделювання і проектування формалізованої об'ємно-просторової технологічної системи ПТЛ (рис. 3).

Рис. 3. Формалізована об'ємно-просторова технологічна система ПТЛ**Рис. 4. Формалізована схема просторового компактування об'ємів ділянок ПТЛ**

Можна відзначити, що при проектуванні структури технологічної системи необхідно прагнути до підвищення щільності технологічних елементів (блоків технологічного впливу) просторової технологічної зони та інтенсивності їх функціонування. Крім того, при створенні технологічної системи, що складається з p технологічних модулів, необхідно просторово їх компактувати у виробничі осередки (рис. 3) і потім осередки просторово компонувати в усьому обсязі виробничого цеху (рис. 4), з можливістю зміни їх просторового розташування. Причому тут також слід вести їх розміщення з розрахунку підвищення щільності технологічних модулів у виробничих осередках і осередків у виробничому цеху. Це дозволяє підвищити коефіцієнт використання простору і середовища.

На рис. 3 показано формалізований об'ємно-просторовий виробничий осередок технологічної системи ПТЛ. Тут позначено: 1 — технологічна система, 2 — поточно-просторовий технологічний модуль, 3 — зв'язок між технологічними модулями, 4 — границя виробничого модуля, 5 — границя поточно-просторового технологічного модуля. На рис. 4 представлена формалізована схема просторового компактування виробничого об'єму ділянок ПТЛ, розташованого в системі координат X, Y, Z виробничими осередками, координованих системами координат x_i, y_i, z_i і радіусами векторами R_i , де i — будь-який виробничий осередок. Модульність побудови технологічних систем дозволяє реалізувати основні принципи автоматизованих виробництв. Це, перш за все гнучкість, безперервність і високі техніко-економічні показники ПТЛ.

На четвертому етапі математичного моделювання для вирішення завдань проектування та експлуатації ПТЛ відбувається подальше об'єднання елементарних принципово-структурних моделей в одну складну принципово-структурну модель, яка є принципово-структурною моделлю контрольного (транспортного) модуля (1) і технологічного модуля (2).

(1)

де Str_i^{KM} — структура i -го контрольного модуля; m_i^{KM} — i -а структура кінематики контрольного модуля.

(2)

де Str_i^{TM} — структура i -го технологічного модуля; m_i^{TM} — i -а структура кінематики технологічного модуля.

Залежності (1) і (2) дають можливість описати процес отримання принципово-структурних моделей контрольних і транспортних модулів відповідно до сформованої ПТЛ.

Змістові значення складових, що входять у вирази (1) і (2):

$Str_{n1}^{TM} - Str_{nj}^{TM}$ — елементарні структури технологічного модуля;

$m_{n1}^{TM} - m_{nj}^{TM}$ — елементарні варіанти кінематики технологічного модуля;

Str_i^{TM} — структура принципово-структурної моделі i -ї технологічного модуля;

Str_i^{CTM} — структура принципово-структурної моделі i -го технологічного модуля;

$\ominus$ — знак декомпозиції об'ємно-просторової структурної моделі та принципової кінематичної схеми;

$\otimes$ — оператор композиції (об'єднання) елементів.

Висновок. Після отримання принципово-структурної моделі першого транспортного технологічного модуля проводиться синтез для другого технологічного модуля, потім для третього і до тих пір, поки не буде отриманий останній транспортний технологічний модуль ПТЛ технологічної автоматизованої системи. Таким чином, представлені вирази (1), (2) дозволяють отримати різні варіанти структур транспортних модулів ПТЛ автоматизованих технологічних і контрольних ділянок, а також допоміжних блоків технологічного циклу обробки виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zhiang, Wang Analysis of Electronically—controlled Fuel System of MAN and Sulezer Diesel Engine. / Zhiang Wang, Jianguo Yang // Diesel Engine. — 2004. — P.19 — 22
2. Schey, John A. Introduction to manufacturing processes / Schey John A. — International Edition, 2000. — 962 p.
3. Taranenko, W. Technologia kształtowania części maszyn o malej sztywności / W.Taranenko, A. Swic. — Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2005. — 282 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНОВКИ УПАКОВОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Л.А. Кривопляс-Володина, С.В. Токарчук, Г.Р. Валиулин

Национальный университет пищевых технологий

Статья посвящена решению важной проблемы относительно компоновки автоматизированных упаковочных технологических линий.

Проектирование и компоновка упаковочных технологических линий является наиболее сложным и определяющим этапом обеспечения их эффективности.

Авторами рассмотрены основные аспекты и преимущества использования математического моделирования при проектировании упаковочных технологических линий.

Ключевые слова: оптимизация, проектирование, упаковывание, математическая модель, эффективность.