

УДК 621.825

СИНТЕЗ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ З ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

С.М. Герук, канд. техн. наук
ННЦ “ІМЕСГ”;

А.Є. Дячун, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя;

Р.С. Грудовий, аспірант
Житомирський НАЕУ

Приведено методику генерування конструкцій енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами синтезом ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу. Розроблена модель механічної системи «гвинтовий транспортер» з групуванням конструктивних елементів за ієрархічними групами і віднесенням до першої групи - механізми транспортування вантажу, гвинтові робочі органи та механізми передачі крутного моменту. Запропоновано спосіб структуризації конструкцій енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами і методику їх вдосконалення на основі дослідження властивостей елементів їх структури відповідно до теорії синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу.

Ключові слова: *гвинтові робочі органи, транспортування, транспортно-технологічна система, синтез.*

Постановка проблеми. Однією із передумов високої конкурентоздатності підприємств є подальше вдосконалення конструктивних параметрів продукції, яка виготовляється, що сприяє зростанню продуктивності, підвищенню ефективності, покращенню якості продукції та вимагає принципово нових підходів для створення і використання високоефективних ресурсощадних технічних систем.

Гвинтові конвеєри застосовуються у різних галузях народного господарства, зокрема в сільському господарстві для транспортування, змішування, подрібнення, сортування та виконання інших операцій. Важливим питанням проектування гвинтових конвеєрів є розширення технологічних можливостей, удосконалення їх конструкції і розроблення методики їх розрахунку.

© С.М. Герук, А.Є. Дячун, Р.С. Грудовий.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основи конструювання, проектування та дослідження гвинтових конвеєрів заклали такі вчені, як А. Віденбаум, Р. Мор, М. Данквертс, Д. Лейсі, Ю.І. Марков, А.М. Ластовцев, Г. Шенкель, В. Штербачек, Г.Г. Кошелєв, Р.В. Торнер, М.В. Тебін, Д. Мак-Кельві, Р.М. Рогатинський, Б.М. Гевко та інші [1, 2]. Проте розробка кожної окремої модифікації гвинтового конвеєра має свою специфіку, особливо при наданні їм можливостей виконання додаткових операцій, що зумовлює потребу в їх подальших дослідженнях і конструюванні.

Мета дослідження – розробка моделі механічної системи «гвинтовий транспортер» з групуванням конструктивних елементів за ієрархічними групами; способу структуризації конструкцій енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами; методики їх вдосконалення.

Результати дослідження. Важливим питанням проектування транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами є пошук їх удосконалених конструкцій для досягнення високих показників продуктивності і якості транспортних операцій.

Одним із шляхів вирішення завдання створення нових конструкцій транспортно-технологічних систем є втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на ранніх стадіях конструкторської підготовки виробництва. Цього можна досягти при використанні морфологічного аналізу, який на четвертому етапі передбачає синтез варіантів об'єкта, що на основі складеної морфологічної матриці дає можливість отримати певну кількість рішень [1]:

$$N = \prod_{j=1}^n K_j . \quad (1)$$

Проте кількість отриманих варіантів у результаті такого синтезу є дуже великою, що утруднює пошук найраціональніших рішень. Тому доцільно скористатись методом синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу. Цей метод базується на морфологічному аналізі [1], проте він передбачає поділ механічної системи на певну кількість ієрархічних рівнів (як правило 3) з віднесенням до кожного окремих конструктивних елементів системи. Даний метод передбачає розчленування загальної задачі на часткові та проведення пошуку раціонального рішення у часткових галузях пошуку з подальшим їх компонуванням. Так, до першого ієрархічного рівня слід віднести ті конструктивні елементи механічної системи, які безпосередньо впли-

вають на якість і продуктивність виконання технологічного процесу (елементи першого порядку). До другого ієрархічного рівня слід віднести конструктивні елементи, що допомагають реалізовувати функції відповідної механічної системи і мають опосередкований вплив на виконання технологічного процесу (елементи другого порядку). До третього ієрархічного рівня слід віднести конструктивні елементи, які є необхідні для роботи механічної системи, але не мають впливу на реалізацію технологічного процесу (елементи третього порядку). Ці конструктивні елементи, при компонованні механічної системи, слід вибирати в першу чергу, виходячи із економічної доцільності (їх ціни та вартості експлуатації). Генерування альтернатив пропонуваним вдосконаленим методом передбачає проведення генерації альтернатив на окремих ієрархічних рівнях, або й у межах окремих конструктивних елементів, починаючи з вищих рівнів. На наступному етапі до вибраних на цих рівнях конструктивних рішень проводиться добір можливих альтернативних варіантів конструктивних елементів з нижчих рівнів, що забезпечує отримання найбільш раціональних конструктивних рішень при значно менших затратах зусиль та часу, ніж при використанні повного морфологічного аналізу. При використанні запропонованого методу синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу кількість варіантів визначатиметься за формулою:

$$N_{II} = \sum_{z=1}^l \prod_{i=1}^m K_i . \quad (2)$$

Розглянемо модель транспортно-технологічної системи з гвинтовим робочим органом, зображену на рис. 1. Згідно запропонованого групування до першої ієрархічної групи слід віднести такі конструктивні елементи: 1 – механізм транспортування вантажу; 2 – гвинтовий робочий орган; 3 – механізм передачі крутного моменту; до другої ієрархічної групи: 4 – бункер; 5 – опорно-регулювальний механізм; до третьої ієрархічної групи: 6 – двигун-редуктор. Відповідно при кодуванні використаємо наступну схему кодів конструктивних елементів гвинтових транспортерів з використанням символу «і» (де «і» змінюється в межах від 1 до ∞): 1_i – механізми транспортування вантажу; 2_i – гвинтові робочі органи; 3_i – механізми передачі крутного моменту; 4_i – бункери; 5_i – опорно-регулювальні механізми; 6_i – двигун-редуктори. Якщо в конструкції міститься декілька ідентичних конструктивних елементів, то їх кількість доцільно записати відповідним степенем, наприклад: два гвинтових робочих органи - $(2_{12})^2$, а якщо міститься де-

кілька різних конструктивних елементів одного виду, то їх доцільно записати наступним чином: два жолоби - $(1_7 \cup 1_{92})$.

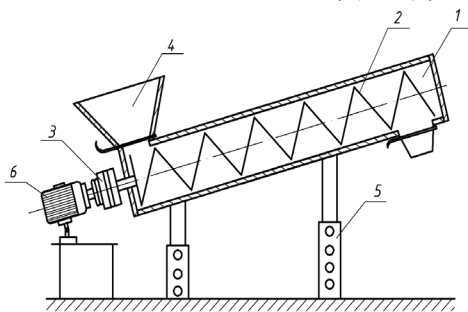


Рис. 1. Модель транспортно-технологічної системи з гвинтовим робочим органом: 1 – жолоб; 2 – гвинтовий робочий орган; 3 – механізм передачі крутного моменту; 4 – бункер; 5 – опорно-регулювальний механізм; 6 – двигун-редуктор

В результаті генерування альтернатив конструкцій, на першому ієрархічному рівні одержано такі альтернативи (рис. 2):

- для першого ієрархічного рівня: $(1)1_1 - (1)1_3$ (рис. 3); $(1)2_1 - (1)2_9$ (рис. 4); $(1)3_1 - (1)3_4$ (рис. 5);
- для другого ієрархічного рівня: $(2)4_1 - (2)4_4$; $(2)5_1 - (2)5_3$;
- для третього ієрархічного рівня: $(3)6_1 - (3)6_4$.

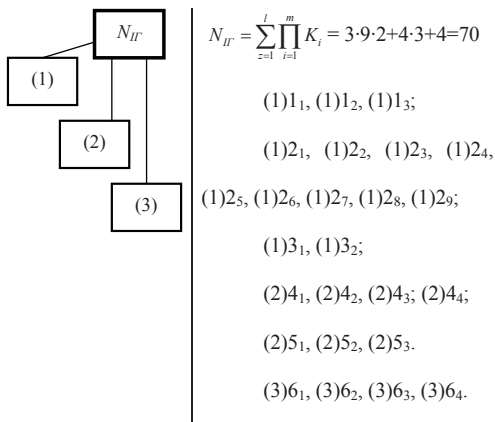


Рис. 2. Модель механічної системи «Гвинтовий змішувач»: (1) – перший ієрархічний рівень; (2) – другий ієрархічний рівень; (3) – третій ієрархічний рівень

Приклади компоновок конструктивних елементів першого ієрархічного рівня представлені на рисунку 6.

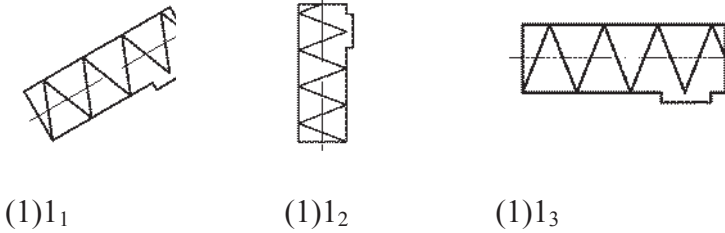


Рис. 3. Варіанти розміщення механізмів транспортування вантажу: (1) 1_1 - розміщення під змінним кутом від 10° до 80° ; (1) 1_2 - вертикальне розміщення; (1) 1_3 - горизонтальне розміщення

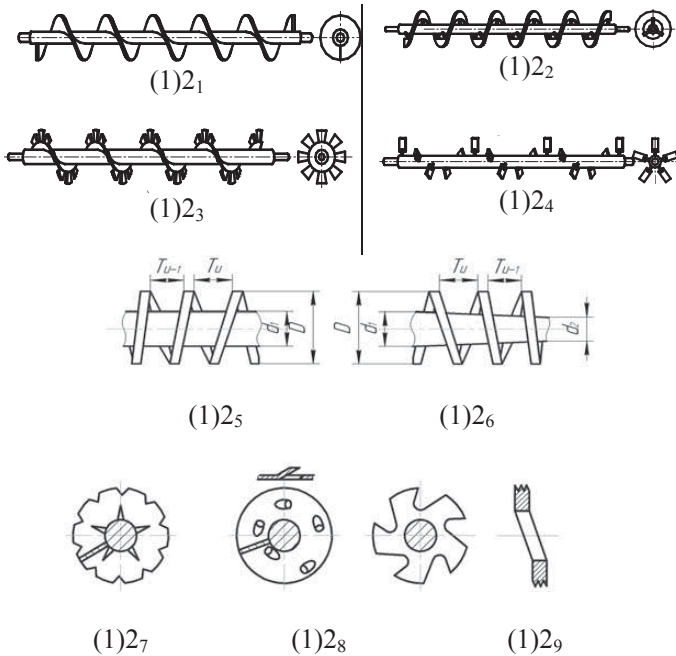


Рис. 4. Варіанти конструкції гвинтових робочих органів (гвинта): (1) 2_1 - суцільний гвинт; (1) 2_2 - з радіальними перемичками; (1) 2_3 - стрічковий; (1) 2_4 - лопатевий; (1) 2_5 - циліндричний зі змінним кроком; (1) 2_6 - циліндричний з конічним валом і змінним кроком; (1) 2_7 - профільний; (1) 2_8 - гвинт з отворами; (1) 2_9 - конічний.

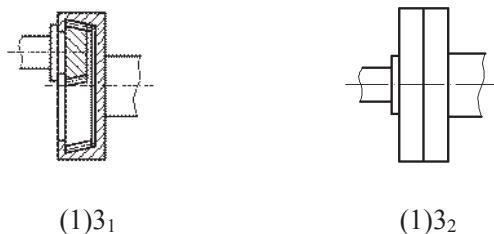


Рис. 5. Варіанти конструкцій механізмів передачі крутного моменту: $(1)3_1$ – ексцентричне розміщення валів; $(1)3_2$ – прямолінійне розміщення валів

Якщо при синтезі альтернативних конструктивних варіантів ГЗ використовувати традиційний метод морфологічного аналізу, то кількість альтернатив становитиме: $N = \prod_{j=1}^n K_j = 2592$ варіанти, що майже

у 37 разів більше, ніж при використанні запропонованого методу синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу:

$N_{II} = \sum_{z=1}^l \prod_{i=1}^m K_i = 70$. Це вказує на доцільність використання запропо-

нованого методу, що значно полегшує перебір альтернатив та пошук найкращих.

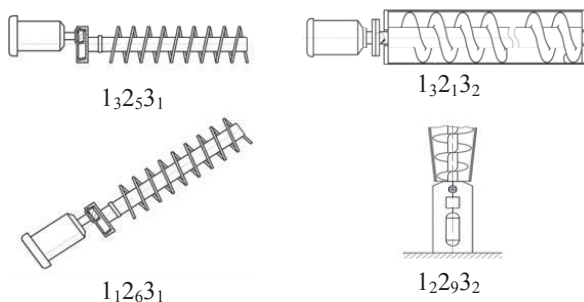


Рис. 6. Приклади компоновок конструктивних елементів першого ієрархічного рівня

В результаті синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу було згенеровано роботоздатні конструкції альтернативних варіантів транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами (рис. 7).

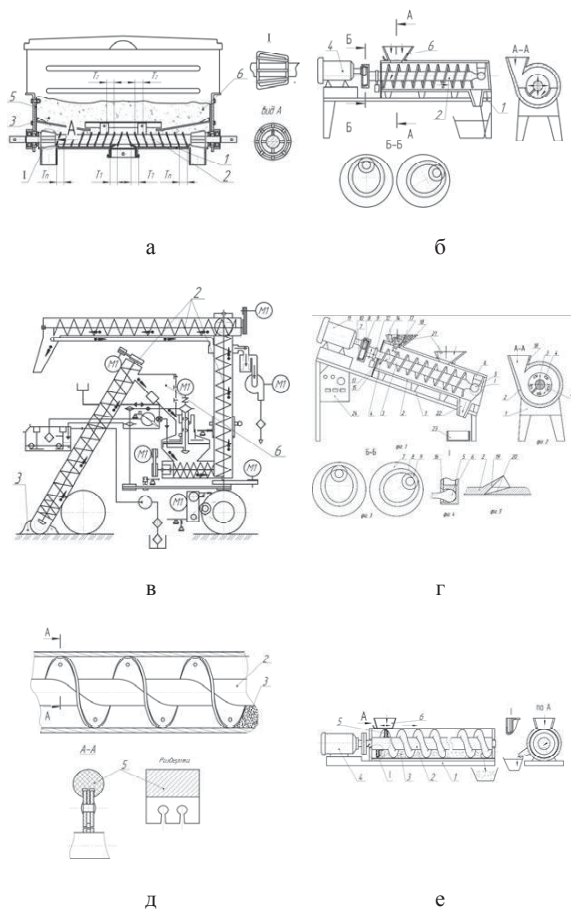


Рис. 7. Синтезовані конструкції енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами, захищених патентами України: а- патент України на корисну модель №74902. (Тюковисівний апарат удосконаленої конструкції); б - гвинтовий еліптичний змішувач; в-транспортно-технологічні системи з рівнозбільшеним кроком гвинтового робочого органу; г - гвинтовий еліптичний змішувач з рівнозбільшеним міжвитковим простором гвинтового робочого органу; д - патент України на корисну модель №75313. (Гвинтовий конвеєр для транспортування і непошкодження насіння); е - патент України на корисну модель №75314. (Гвинтовий еластичний конвеєр)

Висновки. Запропоновано спосіб структуризації конструкцій енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами і методику їх вдосконалення на основі дослідження властивостей елементів їх структури відповідно до теорії синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кузнєцов Ю.М. Теорія технічних систем [Текст] / Ю.М. Кузнєцов, І.В. Луців, С.А. Дубиняк – Київ-Тернопіль, 1997 – 310 с.
 2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов вузов. [Текст] / А.И. Половинкин – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
 3. Одрин В.М. Морфологический анализ систем: Построение морфологических матриц [Текст] / В.М. Одрин, С.С. Картавов – К.: Наукова думка, 1977. – 183 с.
-

СИНТЕЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТРАНСПОРТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ВИНТОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Разработана методика генерирования конструкций энергосберегающих транспортно-технологических систем с винтовыми рабочими органами синтезом иерархических групп с помощью морфологического анализа. Разработана модель механической системы «винтовой транспортер» с группировкой конструктивных элементов по иерархическим группам и отношением к первой группе - механизмы транспортировки груза, винтовые рабочие органы и механизмы передачи крутящего момента. Предложен способ структурирования конструкций энергосберегающих транспортно-технологических систем с винтовыми рабочими органами и методика их совершенствования на основе исследования свойств элементов их структуры согласно теории синтеза иерархических групп с помощью морфологического анализа.

Ключевые слова: винтовые рабочие органы, транспортировки, транспортно-технологическая система, синтез.

SYNTHESIS OF ENERGY SAVING TRANSPORT - TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH WORKING SPIRAL ELEMENTS

Methodology over of generating of constructions of the energy saving transport-technological systems is brought with spiral working elements by the synthesis of hierarchical groups by means of morphological analysis. Model of the mechanical system «spiral conveyer» with grouping of structural elements after hierarchical groups and attributing to the first group mechanisms of transporting of load, spiral

working organs and mechanisms of transmission of twist moment are worked out. The method of structure of energy saving constructions of transport-technological systems with spiral working elements and methodology of their perfection are offered on the basis of research of elements structure properties in accordance with the theory of synthesis of hierarchical groups by means of morphological.

Key words: *spiral working elements, transportation, transport - technological systems, synthesis*