

УДК 621.825

І.Б. Гевко, доцент, канд. техн. наук,**А.Є. Дячун, канд. техн. наук,****Р.О. Любачівський, аспірант***Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна, 46001**kaf_tm@tu.edu.ua***СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ МЕТОДОМ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ**

Приведено нові типи конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями для транспортування, вентиляції, змішування, зволоження та інших операцій, що синтезовані методом морфологічного аналізу. Представлені конструкції захищено деклараційними патентами на корисні моделі України.

Ключові слова: гвинтовий конвеєр, синтез, морфологічний аналіз.

Однією із передумов високої конкурентної здатності 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 ресурсоощадних технічних систем.

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

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. Гебін, 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.

Тому **метою** даної роботи є синтез та представлення нових конструкцій гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями.

На основі виконаного аналізу впливу різних факторів на процес транспортування і змішування сипких матеріалів гвинтовими конвеєрами з розширеними технологічними можливостями та сучасних вимог до їх роботи шляхом структурно-схемного синтезу із застосуванням морфологічного аналізу [3, 4] створено нові схеми гвинтових конвеєрів. Для цього складена морфологічна матриця у вигляді таблиці (таблиця 1), що містить в собі обмежену кількість елементів гвинтових конвеєрів та зв'язків між ними, що представляють основні конструктивні ознаки гвинтового конвеєра (рисунок 1). При цьому таблиця поділена на стовпці, в заголовках яких представлені морфологічні ознаки елементів гвинтового конвеєра і зв'язки між ними. До складу стовбців внесено альтернативи кожної ознаки без критичного аналізу. Обрані наступні основні морфологічні ознаки: механізм приводу, механізм автоматичного керування, механізм завантаження, механізм вібраційного навантаження, механізм дифрактивного калібрування, регулювальний механізм кута нахилу, транспортувально-змішувальний механізм, механізм пересипу, вібрантажувальний механізм, ємність.

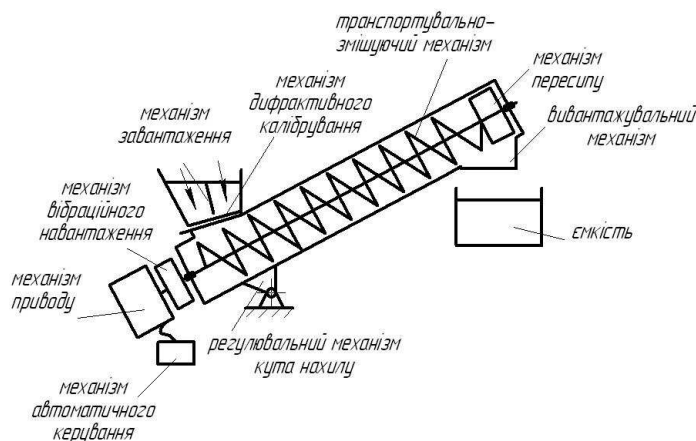


Рисунок 1 – Структурна схема гвинтового конвеєра з розширеними технологічними властивостями

Таблиця 1 – Морфологічна таблиця конструктивних елементів гвинтового конвеєра з розширеними технологічними можливостями

Механізм приводу		Транспортно-змішувачий механізм			6.Механізм завантаження
1.Кіль-кість	2.Вид	3.Вид руху	Робочий орган		
			4.Лопатки	5.Шнек	
1.1.Один 1.2. Два 1.3. Три 1.4.Де кілька 1.5.Немає	2.1.Електродвигун 2.2.Пнемопривод 2.3.Вібропривод 2.4.Гідропривод	3.1.Цик-лічний 3.2.Безпе-рервний 3.3.3 тимча-совими зупинками 3.4. 3 при-скорен-нями і сповіль-неннями	4.1.Немає 4.2.Гвинтові 4.3.Прямі 4.4.3 прорі-зами 4.5.3 висту-пами 4.6. Чашко-подібні 4.7.Змінних розмірів 4.8.Склад-ного профілю	5.1.Зви-чайний 5.2.3 прорі-зами по зов-нішньому діаметру 5.3.3 от-ворами 5.4. 3 прорі-зами по внутрі-нішньому діаметру 5.5.Конічні 5.6.Змінного кроку 5.7.Профільні 5.8. Гофро-вані 5.9.Змінної жорсткості	6.1.Гра-вітаційний 6.2. При-мусовий 6.3. Роз-дільний 6.4.Із ка-лібру-ванням 6.5.3 додат-ковими техноло-гічними опера-ціями 6.6 Бага-толанко-вий
Розташу-вання конвеєра	8.Корпус	Механізм пересипу		11.Ємність	12.Меха-нізм керування
		9.Принцип дії	10.Розта-шування		
7.1 Горизонтальне 7.2. Вертикальне 7.3. Нахилене 7.4. Змінне	8.1.Неру-хомий 8.2. Рухо-мий 8.3. Обер-товий 8.4.Колив-ний 8.5. Із складним рухом	9.1.Немає 9.2.Центр-ифуга 9.3.Лопатки 9.4.Підні-мальне колесо 9.5.Пневма-тичне сопло 9.6. Шнек 9.7. Скребки 9.8. Стрічка	10.1.Верхнє 10.2.Нижнє 10.3.Бічне 10.4.Немає	11.1.Ста-ціонарна 11.2.Рухома 11.3.Конвеєр	12.1. Елек-тромаши-ни 12.2. Меха-нічне 12.3.Гідро-, пневмозо-лотники 12.4. ЧПК 12.5.Комбі-новане

Склад морфологічної таблиці може розширюватися за рахунок нових альтернатив кожної ознаки, а при появі нової інформації – за рахунок додаткових ознак. Представлений варіант морфологічної моделі отримано внаслідок виділення функціонально важливих елементів з метою не створювати у моделі несуттєву інформацію, яка ускладнює вибір корисної.

Морфологічна модель гвинтового конвеєра з розширеними технологічними можливостями (таблиця 1) також представлена у вигляді морфологічних матриць (1), що утворюються шляхом числового позначення відповідних альтернатив розміщених у стовпцях морфологічної таблиці. Тобто, в загальному випадку, схему гвинтового конвеєра можна представити як

$$M_{ГК} = |M_{МП}| \wedge |M_{ТЗМ}| \wedge |M_{МЗ}| \wedge |M_{Р}| \wedge |M_{К}| \wedge |M_{МП}| \wedge |M_{С}| \wedge |M_{МК}|.$$

Загальна кількість варіантів конструктивних виконань гвинтових конвеєрів, що входять в морфологічну матрицю є дуже великою $N=331776000$, що важко піддається повному перебору та вимагає багато часу для вибору найкращих рішень.

Для спрощення матриці обмежуємо кількість видів виконання конструктивних елементів та виділяємо найбільш суттєві. При цьому одержуємо скорочену матрицю (2) із загальною кількістю можливих варіантів $N_{II}^V=1166400$, що значно менше ніж для першого варіанту.

Морфологічні матриці систем приводів затискного механізму:
повна:

$$M_{ГК1} = \begin{vmatrix} 1.1 & 2.1 \\ 1.2 & 2.2 \\ 1.3 & 2.3 \\ 1.4 & 2.4 \\ 1.5 & 2.5 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 3.1 & 4.1 & 5.1 \\ 3.2 & 4.2 & 5.2 \\ 3.3 & 4.3 & 5.3 \\ 3.4 & 4.4 & 5.4 \\ 4.5 & 5.5 \\ 4.6 & 5.6 \\ 4.7 & 5.7 \\ 4.8 & 5.8 \\ 5.9 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 6.1 \\ 6.2 \\ 6.3 \\ 6.4 \\ 6.5 \\ 6.6 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 7.1 \\ 7.2 \\ 7.3 \\ 7.4 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 8.1 \\ 8.2 \\ 8.3 \\ 8.4 \\ 8.5 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 9.1 & 10.1 \\ 9.2 & 10.2 \\ 9.3 & 10.3 \\ 9.4 & 10.4 \\ 9.5 \\ 9.6 \\ 9.7 \\ 9.8 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 11.1 \\ 11.2 \\ 11.3 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 12.1 \\ 12.2 \\ 12.3 \\ 12.4 \\ 12.5 \end{vmatrix}; \quad (1)$$

скорочена:

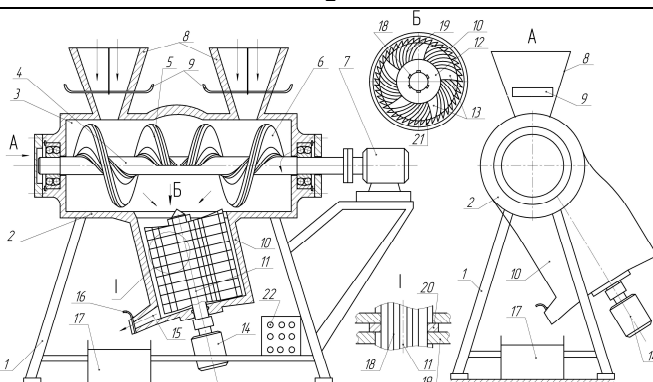
$$M_{ГК1} = \begin{vmatrix} 1.1 & 2.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 3.1 & 4.1 & 5.1 \\ 3.2 & 4.2 & 5.2 \\ 4.3 & 5.3 \\ 4.4 & 5.4 \\ 4.5 & 5.5 \\ 5.6 \\ 5.7 \\ 5.8 \\ 5.9 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 6.1 \\ 6.2 \\ 6.3 \\ 6.4 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 7.1 \\ 7.2 \\ 7.3 \\ 7.4 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 8.1 \\ 8.2 \\ 8.3 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 9.1 & 10.1 \\ 9.2 & 10.2 \\ 9.3 & 10.3 \\ 9.4 \\ 9.5 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 11.1 \\ 11.2 \\ 11.3 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 12.1 \\ 12.2 \end{vmatrix}. \quad (2)$$

Серед різних варіантів синтезованих схем гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями шляхом експертної оцінки обрано шість, що мають покращенні експлуатаційні характеристики морфологічні формули яких представлені в таблиці 2, а декілька конструктивних схем – в таблиці 3. Обрані схеми реалізовані у відповідних конструкціях, які захищені патентами України.

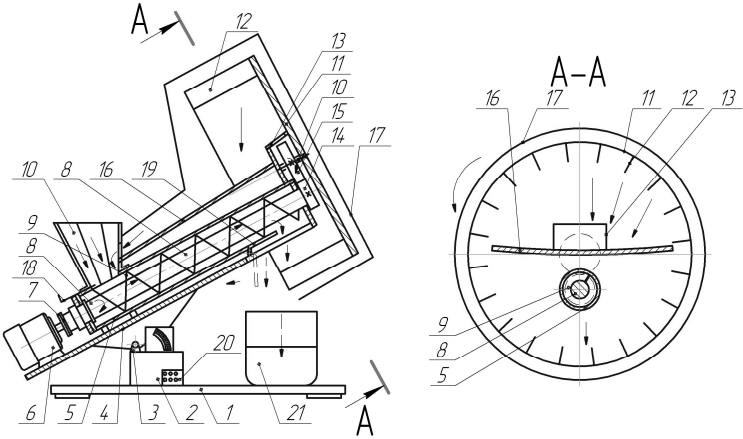
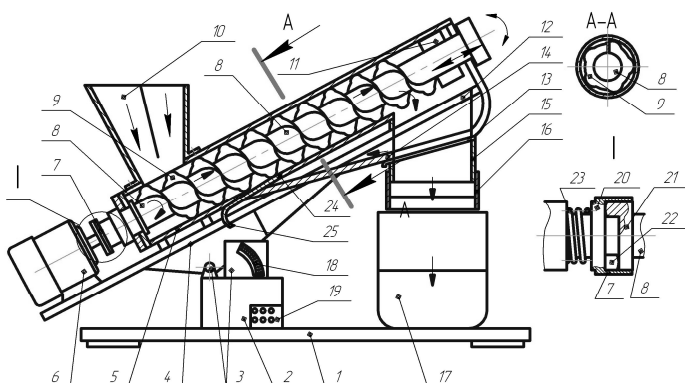
Таблиця 2 – Морфологічні формули синтезованих схем гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями

Морфологічні формули синтезованих схем гвинтових конвеєрів	№ патенту
$X_1 = 1.2 - 2.1 \wedge 3.2 - 4.2 - 5.6 \wedge 6.1 \wedge 7.1 \wedge 8.1 \wedge 9.1 - 10.4 \wedge 11.2 \wedge 12.1 $	63760
$X_2 = 1.1 - 2.1 \wedge 3.1 - 4.1 - 5.4 \wedge 6.1 \wedge 7.3 \wedge 8.1 \wedge 9.4 - 10.1 \wedge 11.1 \wedge 12.1 $	62656
$X_3 = 1.1 - 2.1 \wedge 3.1 - 4.3 - 5.2 \wedge 6.1 \wedge 7.3 \wedge 8.4 \wedge 9.3 - 10.2 \wedge 11.1 \wedge 12.1 $	62633
$X_4 = 1.3 - 2.1 \wedge 3.1 - 4.3 - 5.1 \wedge 6.1 \wedge 7.1 \wedge 8.3 \wedge 9.1 - 10.4 \wedge 11.1 \wedge 12.1 $	62658
$X_5 = 1.1 - 2.1 \wedge 3.2 - 4.2 - 5.4 \wedge 6.1 \wedge 7.2 \wedge 8.1 \wedge 9.1 - 10.4 \wedge 11.2 \wedge 12.1 $	50935
$X_6 = 1.1 - 2.1 \wedge 3.1 - 4.3 - 5.2 \wedge 6.1 \wedge 7.3 \wedge 8.1 \wedge 9.2 - 10.1 \wedge 11.1 \wedge 12.1 $	Заявка на патент

Таблиця 3 – Синтезовані конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями

№ п/п	Загальний вигляд гвинтового конвеєра	Патент
1	2	3
1		63760, 25.10.11, бюл. № 20

Продолжение таблицы 3

2		62656, 12.09.11, бюл. № 17
13		62633, 12.09.11, бюл. № 17

В таблиці 4 виконана якісна орієнтовна оцінка кожного варіанта за чотирма характеристиками: продуктивність, мінімальні габаритні розміри і маса, якість змішування, безперервність процесу.

Представлена в таблиці 4 оцінка синтезованих схем гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями виявляє особливі (відмінні від більшості інших схем) властивості схеми X_1 , що є певною ознакою її оригінальності. Загальна оцінка схеми X_1 вказує на перспективність завдяки придатності її застосування у складі потокової лінії розташування обладнання, оскільки вона володіє характеристиками, що відповідають основним вимогам: висока продуктивність, мінімальні габаритні розміри і маса, можливість використання без зупинок у безперервних процесах, достатня якість змішування, простота конструкції, системи підведення енергії та керування.

Таблиця 4 – Характеристика синтезованих схем гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями

№	Характеристики синтезованих схем ПрЗ	Синтезовані схеми ПрЗ					
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	Продуктивність	++	+	+	+	++	+
2	Мінімальні габаритні розміри і маса	+	-	+	-	-	+
3	Якість змішування	+	+	+	++	+	+
4	Безперервність процесу	+	0	0	0	++	0
Позначення: +, ++ – відповідно покращення та значне покращення характеристики; – – погіршення зазначеної характеристики; 0 – відсутність зазначеної характеристики.							

Висновки

1. Синтезовано і представлено нові конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями, які захищено деклараційними патентами України.
2. Проведено аналіз синтезованих конструкцій.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов [Текст] / Ю.И. Макаров. — М.: Машиностроение, 1993. — 216 с.
2. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання [Текст] / І. Б. Гевко. — Тернопіль : ТДТУ, 2008. — 307 с.
3. Кузнецов Ю.М. Теорія технічних систем [Текст] / Ю.М. Кузнецов, І.В. Луців, С.А. Дубиняк. — Київ-Тернопіль, 1997. — 310 с.
4. Одрин В.М. Морфологический анализ систем: Построение морфологических матриц [Текст] / В.М. Одрин, С.С. Картавов. — К.: Наукова думка, 1977. — 183 с.

Надійшла до редакції 20.03.2012 р.

Гевко И.Б., Дячун А.Е., Любачивский Р.О. Структурный синтез винтовых конвейеров с расширенными технологическими возможностями методом морфологического анализа

Приведены новые типы конструкции винтовых конвейеров с расширенными технологическими возможностями для транспортировки, вентиляции, смешивания, увлажнения и других операций, что синтезированы методом морфологического анализа. Представленные конструкции защищены декларационными патентами Украины на полезные модели.

Ключевые слова: винтовой конвейер, синтез, морфологический анализ.

Gevko I.B., Dyachun A.E., Lyubachivskiy R.O. Structural synthesis of screw conveyors with extended technological capacity by the method of morphological analysis

New types of construction of screw conveyors with the extended technological possibilities for transporting, ventilation, mixing, moistening and other operations, that were synthesised by morphological analyse are presented. The presented designs are protected by declarative patents on useful models of Ukraine.

Keywords: screw conveyor, syntheses, morphological analyse.