

УДК 621.825

**Іван Гевко, Андрій Дячун,
Роман Любачівський, Роман Лещук**

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

Наведено нові типи конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями для транспортування, вентиляції, змішування, зволоження та інших операцій. Виведено аналітичні залежності для визначення конструктивних, кінематичних і технологічних параметрів запропонованих модифікацій гвинтових конвеєрів. Представлені конструкції захищено деклараційними патентами на корисні моделі України.

Ключові слова: гвинтові конвеєри, продуктивність, потужність.

Умовні позначення:

Q_3 — продуктивність змішувача, $\text{мм}^3/\text{с}$;

ϕ — коефіцієнт заповнення міжвиткового об'єму гвинтового робочого органу;

k_1 — коефіцієнт, який враховує зміну продуктивності транспортування від просипання через проміжки та перекидання суміші через гвинт для нахилених транспортерів;

ω — кутова швидкість гвинтового робочого органу, $\text{рад}/\text{с}$;

D — зовнішній діаметр гвинтового робочого органу, мм ;

d — внутрішній діаметр гвинтового робочого органу, мм ;

T — крок гвинтового робочого органу, мм ;

V — максимальний об'єм матеріалу в передавально-пересипному механізмі, мм^3 ;

b — ширина заповнення матеріалом підйально-пересипного механізму вздовж його осі обертання, мм ;

a — довжина хорди заповненої частини циліндра підйально-пересипного механізму, мм ;

R — радіус циліндра підйально-пересипного механізму, мм;
 α — половина кута охоплення хорди циліндра підйально-пересипного механізму, рад;

h — висота заповнення матеріалом підйально-пересипного механізму, мм;

β — кут нахилу робочих органів змішувача, рад;

ω_1 — мінімальна кутова швидкість обертання підйально-пересипного механізму, рад/с;

k_2 — коефіцієнт пропорційності;

k_3 — коефіцієнт пересипання матеріалу в циліндрі;

V_3 — міжвитковий об'єм гвинтового робочого органу, мм³;

ψ — коефіцієнт, що враховує відхилення швидкості переміщення матеріалу від середньої швидкості;

α_1 — кут нахилу витка шнека, град;

μ — коефіцієнт тертя між матеріалом і шнеком;

γ_G — об'ємна вага вантажу, кг/мм³;

k_4 — коефіцієнт, що враховує кут нахилу шнека;

m — кількість циклів змішування матеріалу;

N — потужність змішування матеріалу, Вт;

k_{np} — коефіцієнт, що враховує витрати на переміщення матеріалу;

k_s — коефіцієнт, що враховує неточність виготовлення шнека;

k_d — коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості змішувача;

g — прискорення вільного падіння, м/с²;

H — висота підймання вантажу, мм;

k_5 — коефіцієнт, що враховує втрати на тертя по довжині транспортера;

L — довжина шляху змішування, мм.

Однією з 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 й використання високоефективних ресурсощадних технічних систем.

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

Основи конструювання, проектування та дослідження гвинтових конвеєрів заклали такі вчені: 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, І. Б. Гевко та інші [1, 2, 3]. Проте розроблення 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.

Метою даної роботи є представлення нових конструкцій гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями.

На основі літературно-патентного пошуку, а також на базі результатів проведених експериментальних досліджень розроблено і запатентовано ряд конструкцій гвинтових конвеєрів (табл. 1) з розширеними технологічними можливостями, які захищені деклараційними патентами України.

Загальну продуктивність змішувача №2 (пат. № 62656) Q_3 визначаємо за залежністю

$$Q_3 = \frac{\varphi k_1 \omega T}{8} (D^2 - d^2). \quad (1)$$

Для стабільної роботи змішувача необхідно, щоб об'єм матеріалу, який надходить із гвинтового робочого органу за одиницю часу був меншим або дорівнював об'єму матеріалу, який транспортується підйнятно-пересипним механізмом.

Виведена аналітична залежність для визначення максимального вмісту об'єму матеріалу в передавально-пересипному механізмі, який відповідає об'єму зрізаного циліндра під кутом β , що дорівнює куту нахилу робочих органів змішувача.

$$V = \frac{b \cdot [a(3R^2 - a^2) + 3R^2\alpha(h - R)]}{3h} . \quad (2)$$

Довжину хорди заповненої частини циліндра підйимально-пересипного механізму визначаємо за формулою

$$a = \sqrt{2hR - h^2} . \quad (3)$$

Половина кута охоплення хорди циліндра підйимально-пересипного механізму

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) . \quad (4)$$

Ширина заповнення матеріалом підйимально-пересипного механізму вздовж його осі обертання

$$b = \frac{h}{\sin\beta} . \quad (5)$$

Підставляючи формули (3)-(4) у формулу (2), отримаємо

$$V = \frac{\sqrt{2hR - h^2} (3R^2 - 2hR + h^2) + 3R^2 \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)(h - R)}{3 \sin \beta} . \quad (6)$$

Мінімальну кутову швидкість обертання підйимально-пересипного механізму визначаємо за формулою

$$\omega_1 = \frac{k_2 \cdot \omega}{k_3} . \quad (7)$$

Таблиця 1

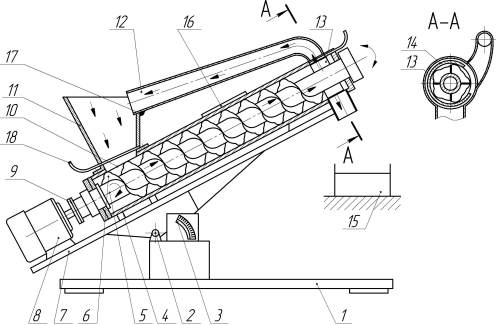
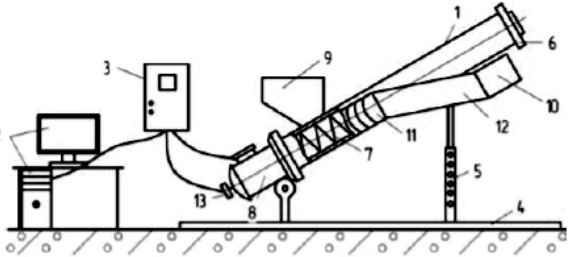

Нові конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними техно-
логічними можливостями

№ з/п	Загальний вигляд гвинтового конвеєра	Патент
1	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">63760, 25.10.11, бюл. № 20</p>
2		<p style="text-align: center;">62656, 12.09.11, бюл. № 17</p>

Продовження таблиці 1.

1	2	3
3		<p>62633, 12.09.11, бюл. № 17</p>
4		<p>62658, 12.09.11, бюл. № 17</p>
5		<p>50935, 25.06.10, бюл. № 12</p>

Закінчення таблиці 1.

1	2	3
6		
7		
8		

Також визначено коефіцієнт пропорційності, який визначає відношення міжвиткового об'єму гвинтового робочого органу V_3 та максимального об'єму заповнення підйимально-пересипного механізму:

$$k_2 = \frac{V_3}{V}. \quad (8)$$

Тоді необхідна мінімальна кутова швидкість обертання підйимально-пересипного механізму

$$\omega_1 = \frac{3\varphi k_1 \omega T \sin\beta (D^2 - d^2)}{\left(4\sqrt{2hR - h^2} (3R^2 - 2hR + h^2) + 3R^2 \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) (h - R) \right) k_3}. \quad (9)$$

Загальну продуктивність змішувачів №3 (пат. №62633), №6, №7, №8 визначаємо за формулою

$$Q_3 = \psi\varphi (1 + \sqrt{1 - \varphi}) \sin\alpha_1 (\cos\alpha_1 - \mu \sin\alpha_1) \frac{\pi D^3 \omega}{16m} \gamma_G k_1 k_4. \quad (10)$$

Потужність змішування матеріалу

$$N = k_{np} k_s k_d Q_3 g (H + k_5 L). \quad (11)$$

Висновки. Розроблено і представлено нові конструкції гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями, які захищено деклараційними патентами України. Виведено аналітичні залежності для визначення конструктивних, технологічних і кінематичних параметрів розроблених конструкцій гвинтових конвеєрів.

Література

1. Макаров Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. — М.: Машиностроение, 1993. — 216 с.
2. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І. Б. Гевко. — Тернопіль: ТДТУ, 2008. — 307 с.
3. Рогатинський Р. М. Змішувач комбікормів / Р. М. Рогатинський, Ю. Б. Капаціла, Д. В. Дмитрів // Змішувач комбікормів: Зб. наук. праць НАУ. — К.: НАУ, 2000. — Т.7. — С.156–159.
4. Пат. 62656 Україна, МПК В 01 F 7/08. Змішувач гвинтовий з підіймальсько-пересипним механізмом / Любачівський Р. О., Дячун А. Є., Гевко І. Б., Чвартацький Р. І.; заявники і патентовласники Любачівський Р. О., Дячун А. Є., Гевко І. Б., Чвартацький Р. І. — № u201101236; заявл. 04.02.11; опубл. 12.09.11, Бюл. №17.
5. Пат. 62633 Україна, МПК В 01 F 7/00. Змішувач гвинтовий вібраційний / Любачівський Р. О., Дячун А. Є., Гевко І. Б., Комар Р. В., Диня І. І., Одендр В. М.; заявники і патентовласники Любачівський Р. О., Дячун А. Є., Гевко І. Б., Комар Р. В., Диня І. І., Одендр В. М. — № u201100256; заявл. 10.01.11; опубл. 12.09.11, Бюл. № 17.
6. Пат. 63760 Україна, МПК В 01 F 7/24. Змішувач відцентровий / Любачівський Р. О.; заявник і патентовласник Любачівський Р. О. — № u201101238; заявл. 04.02.11; опубл. 25.10.11, Бюл. №20.
7. Пат. 62658 Україна, МПК В 01 F 7/00. Універсальний гвинтовий змішувач / Любачівський Р. О.; заявник і патентовласник Любачівський Р. О. — № u201101266; заявл. 04.02.11; опубл. 12.09.11, Бюл. № 17.
8. Пат. 50935 Україна, МПК В 01 F 7/00. Змішувач гвинтовий гравітаційний / Ляшук О. Л., Івасечко Р. Р., Гевко І. Б., Любачівський Р. О., Клендій О. М.; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. — № u200914011; заявл. 31.12.09; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

**Ivan Gevko, Andriy Dyachun,
Roman Lyubachivskyy, Roman Leshchuk**

EXTENSION OF TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF SCREW CONVEYORS

One of the conditions for high competitiveness of enterprises is the improvement of the design parameters of products, which contributes to increased productivity, increased efficiency, improves quality and requires fundamentally new approaches for creation and usage of efficient resource-saving technical systems.

Screw conveyors are used in various sectors of economy for transportation, blending, grinding, sorting and performing other operations. Modern design of screw conveyors has to expand their technological capabilities, improve methodology of their calculation. New types of construction of screw conveyors with the extended technological possibilities for transporting, ventilation, mixing, moisturizing and other operations are presented. The analytical dependences for determination of structural, kinematics and technological parameters for the proposed modifications of screw conveyors are given. The presented constructions are defended by declarative patents of useful models of Ukraine.

Key words: *screw conveyor, productivity, power.*