

необхідно пов'язати обрані нами критерії. Результуючим критерієм, який пов'язує об'єм та час роботи транспортного засобу є продуктивність транспортних робіт:

$$P = Q / T_p, \quad (1.7)$$

звідси

$$Q = P \times T_p \quad (1.8)$$

Прирівнявши праві частини рівнянь (1.4) і (1.6) отримаємо:

$$B_3 / Q = (Q / (K_T \times M \times k_3)) - B_{IT} \quad (1.9)$$

Замінивши загальний об'єм продукції, що підлягає перевезенню у вартісному вираженні, виразом  $P \times T_p$  та вивівши з рівняння (1.9) річні загальні витрати на транспортування продукції, отримаємо результуючу модель, яка пов'язує три основні принципи логістики транспортування продукції:

$$B_3 = ((P \times T_p) / (K_T \times M \times k_3)) - B_{IT} \times P \times T_p \rightarrow \min \quad (1.10)$$

Отримане рівняння, дозволяє в першому наближенні пов'язати критерії, які забезпечують дотримання основних логістичних принципів. Для використання даної залежності для конкретних транспортних задач і зменшення кількості складових, доцільно кожному критерію за бальною шкалою присвоювати ступінь вагомості і обирати їх для підстановки в модель.

УДК 621.867

**В.Л. Дмитроца**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

### **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ**

### **ШВИДКІСНОГО ДВОВАЛЬНОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА**

**V. Dmytrotsa**

### **JUSTIFICATION PARAMETERS**

### **OF HIGH-SPEED DOUBLE-SHAFT SCREW CONVEYOR**

**Постановка проблеми.** Гвинтові конвеєри знайшли своє застосування в різних галузях промисловості і сільському господарстві для переміщення сипучих, кускових, в'язко-пластичних та інших матеріалів і різних сумішей. Вони характеризуються зручністю в користуванні, простотою конструкції, великою надійністю. Важливим моментом є можливість поєднання функцій транспортування із рядом процесів у відповідних транспортно-технологічних системах. Нажаль, гвинтові конвеєри, порівняно з іншими, мають підвищену енергоємність і її зниження є важливою науково-технічною задачею [1, 2, 3].

За принципом транспортування сипких вантажів існує поділ гвинтових конвеєрів на швидкохідні та тихохідні, із, відповідно, тільки осьовим транспортуванням вантажу та переміщенням його по гвинтовій траєкторії. Швидкохідні гвинтові конвеєри забезпечують рівномірну подачу сипких вантажів на різних трасах і їх режим характеризується коефіцієнтом швидкохідності  $P: P = \frac{D\omega^2}{2g} > 10$ , де  $D$  - зовнішній діаметр гвинтової поверхні робочого органу;  $\omega$  - кутова швидкість обертання гвинта  $g$  - прискорення вільного падіння.

Збільшення коефіцієнта швидкохідності  $P$  стабілізує процес транспортування вантажу, проте зростання частоти обертання робочого органу гвинтового конвеєра призводить до підвищення енерговитрат та погіршення умов завантаження і зниження коефіцієнту заповнення конвеєра. Характерною особливістю швидкохідних гвинтових конвеєрів являється можливість транспортування матеріалу практично незалежно від заповнення [2]. Однак для одновального ГК, як показали експериментальні дані, при коефіцієнті заповнення  $\varphi=0,8\div 1,0$  відбувається перенавантаження привідного механізму, а інколи і аварійна

зупинка. У випадку для ДГК при  $\varphi=1,2\div 1,3$  відбувається утворення „пливучого” шару (див. рис. 1 поз. А) товщиною  $15\div 20$ мм та з осьовою швидкістю руху сипкого матеріалу –  $v_{\text{шару}}=0,7\div 0,9v_z$  від швидкості руху основної маси вантажу (див. рис. 1 поз.Б).

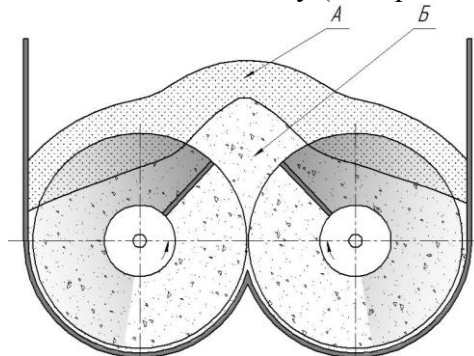


Рис. 1. Момент перенавантаження ДГК.

На вибір режимів роботи швидкохідних гвинтових конвеєрів та на енерговитрати при транспортуванні великий вплив мають такі фактори: коефіцієнт швидкохідності (параметр швидкісного режиму транспортування)  $P$ ; коефіцієнт кроку  $k_T = T/D$ , який задає кут нахилу  $\alpha$  гвинтової поверхні,  $\text{tg}\alpha = k_T / \pi$ ; коефіцієнти зовнішнього тертя вантажу до поверхонь гвинтового робочого органу та жолоба  $\mu_1$  і  $\mu_2$ , кут підйому частинки матеріалу  $\theta$  [5], а також кут розхилу жолобів  $\gamma$ . Однак вплив вище наведених факторів неоднозначний. Зниження енерговитрат ГК однозначно досягається зменшенням коефіцієнту тертя  $\mu_1$  (коефіцієнт зовнішнього тертя вантажу до поверхні гвинта) та пошуком оптимальних значень інших факторів, зокрема кута  $\gamma$  та висоти підйому гребеня русла транспортування  $h$  (див. рис. 2) які визначаються за формулою:  $h = \frac{l}{2} \text{ctg} \frac{\pi + \gamma}{4}$ .

Для зручності користування дану формулу, після перетворень, можна записати у вигляді:  $h = \frac{l}{2} \text{ctg} \left( \frac{3\pi}{8} - \theta \right)$ , де  $l$  – міжосьова відстань,  $\theta$  – кут відхилення центра мас потоку при низькообертovому (тихохідному) транспортуванні.

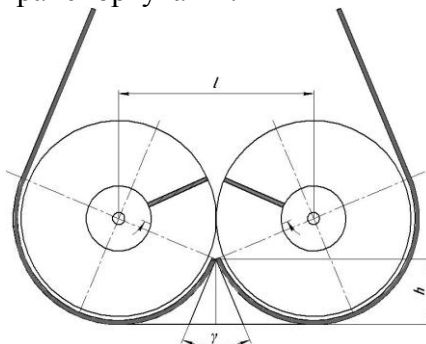


Рис.2. Визначення висоти підйому гребеня русла транспортування.

Встановлено, що низькі значення коефіцієнта тертя вантажу до поверхні жолоба  $\mu_2$  забезпечують належну осьову швидкість транспортування і відповідно покращують і інші параметри. Одночасне підвищення коефіцієнтів  $\mu_1$  і  $\mu_2$  призводить до суттєвого росту питомої енергоємності транспортування. Як було сказано вище зниження тільки коефіцієнту тертя  $\mu_1$  призводить і до покращення якості процесу. А його утримання на деякому невисокому рівні (наприклад  $\mu_1 = 0,4 = \text{const}$ ), дозволяє підтримувати низький рівень затрат енергоємності процесу транспортування в широкому діапазоні зміни коефіцієнту тертя вантажу до жолобів ( $0,4 < \mu_2 < 1$ ) при постійному зростанні осьової швидкості і, відповідно, продуктивності.

Розробка практичних рекомендацій щодо раціональних параметрів та режимів роботи ДГК і вдосконалення його будови та конструкцій вузлів дозволить знайти широке практичне

застосування ДГК не тільки в сільськогосподарській, а й в харчовій, фармацевтичній та інших галузях сучасного виробництва.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичні залежності і їх результати можуть бути використані для проектування швидкісних двовальних гвинтових конвеєрів. Технічні характеристики ДГК можуть бути покращені, як шляхом вибору раціональних режимів роботи транспортерів та їх параметрів так і розробкою нових технічних рішень, що адаптовані до конкретних умов роботи.

#### Література:

1. Вайнсон А. А. Подъемно – транспортные машины / Вайнсон А. А. – М. : Машиностроение, 1989. – 536 с.
2. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / Григорьев А. М. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
3. Гевко Б.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин / Гевко Б.М., Рогатынский Р. М. – Львов: Выща шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1989. – 176с.
4. Механізми з гвинтовими пристроями / [Гевко Б. М., Данильченко М. Г., Рогатинський Р. М. та ін.]. - Львів: Світ, 1993. - 208 с.
5. Барановський В. Вибір параметрів при конструюванні гвинтового конвеєра / В. М. Барановський, В. О. Соломка, В. Б. Онищенко // Вісник Харківського держ. техн. університету сільського господарства. «Підвищення надійності відновлюваних деталей машин», 2001. – № 8. – С. 209 – 215.
6. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / Гевко І. Б. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307с.  
УДК 621.867

**Р.М. Рогатинський, Ю.В. Дудун**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

### **КЕРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ ШВИДКОХІДНИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРИВ**

**R. Rogatynskij, Yu. Dudun**

### **LOAD CONTROL SPEED SCREW CONVEYER**

Гвинтові конвеєри широко використовуються в сільськогосподарському виробництві для переміщення зернових, кормів, мінеральних добрив, тощо. Їм притаманна простота конструкції, зручність в користуванні, герметичність, велика надійність. Існуючі методи їх розрахунку ґрунтуються на ряді теоретичних та експериментальних досліджень, а також аналізі статистичних даних за результатами їх експлуатації. Відомі постановка та розв'язок задачі вибору оптимальних параметрів з умови мінімізації його матеріаломісткості. Проте особливості руху сипкого вантажу по робочих поверхнях гвинтових конвеєрів, вивчені ще недостатньо. Особливо це стосується швидкохідних, в т.ч. вертикальних гвинтових конвеєрів, технічні характеристики яких, зокрема енергоємність, можна покращити шляхом вибору раціональних режимів роботи конвеєрів та їхніх параметрів. На теперішній час рекомендації, викладені в галузевих стандартах та інших нормативних матеріалах не в повній мірі враховують конкретні умови експлуатації, а існуючі методики розрахунку швидкохідних конвеєрів, які б враховували такі умови, є достатньо громіздкими та не забезпечують вибір оптимальних параметрів з умови мінімізації енерговитрат.

З розвитком напівпровідникової техніки широко почалось виготовлення перетворювачів, які здатні керувати струмом, напругою чи частотою і врахувати складну технічну систему регулювання асинхронного двигуна, його нелінійну структуру, а також дозволяє врахувати більшість змінних величин, тим самим зробивши доступним плавну безступеневу зміну частоти обертання асинхронного двигуна. В той же час розвиток комп'ютерної техніки дозволяє досягнути