

УДК 621.87

Ів. Гевко, канд. техн. наук; І. Новосад, канд. техн. наук

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя***ВПЛИВ ПРОФІЛЮВАННЯ СЕКЦІЙ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО  
КОНВЕЄРА НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ**

*Наведено результати експериментальних досліджень продуктивності гнучких гвинтових конвеєрів з гіперболічним профілем поздовжнього січення. Виведено аналітичні залежності для визначення втрат продуктивності конвеєра після профілювання секцій гнучкого гвинтового конвеєра і дослідження його роботи.*

Iv.Gevko, I.Novosad

**DIRE SHAPING SECTION OF FLEXIBLE SPIRAL CONVEYER ON  
PRODUCTIVITY**

*The results of experimental researches of productivity of flexible screws conveyer with the hyperbolic type of that longitudinal cuts are resulted. Shown analytical dependences out for determination of losses of productivity of conveyer after profiling of sections of flexible screw conveyer and research of his work.*

**Умовні позначення** $\gamma_g$  – об'ємна вага матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ ; $Q$  – продуктивність конвеєра,  $\text{м}^3/\text{год}$ ; $K_n$  – коефіцієнт пропорційності; $F_p$  – робоча площа поперечного січення шнека,  $\text{мм}^2$ ; $V_a$  – середня осьова швидкість руху матеріалу,  $\text{м/с}$ ; $\psi$  – поправковий коефіцієнт, що враховує умови транспортування; $\alpha$  – коефіцієнт міжвиткового заповнення вантажу; $z$  – величина зазору між кожухом і зовнішньою поверхнею секції шнека в торцевій її частині,  $\text{мм}$ ; $T, T'$  – відповідно крок шнека і траєкторії руху потоку вантажу,  $\text{мм}$ ; $\omega$  – кутова швидкість шнека,  $1/\text{с}$ .

Машини безперервного транспорту займають ведуче місце серед підйомно-транспортного обладнання різного призначення для переміщення сипких вантажів [1-3]. Гвинтові конвеєри (ГК), порівняно з іншими машинами безперервного транспорту, мають такі переваги, як простота конструкції, висока надійність, низькі витрати на обслуговування, герметичність зони транспортування тощо. Поряд із перевагами ГК властива низка недоліків, зокрема підвищені енергоємність та динамічні навантаження на гвинт при пуску із заповненим жолобом [2-4]. Для швидкохідних ГК – це також наявність нестабільних перехідних процесів при переході від тихохідного режиму транспортування до швидкохідного. А тому зниження негативних проявів при використанні ГК зможе суттєво підвищити їх техніко-економічні характеристики та розширити область використання. Особливо це стосується вертикальних гвинтових конвеєрів, а також гнучких шнеків, в яких експлуатаційні характеристики ГК суттєво залежать від вибору їх конструктивних параметрів, режимів роботи та від властивостей транспортованого матеріалу [3]. А тому залишаються актуальними подальші теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на встановлення оптимальних режимів роботи ГК та мінімізацію енерговитрат на транспортування вантажу. Розвиток сучасних комп'ютерних технологій дозволяє провести ці дослідження на якісно вищому рівні, порівняно з класичними методами постановки експерименту.

Тому метою даної роботи є визначення величини втрат гнучкого гвинтового конвеєра (ГГК) з профільованими гіперболічними секціями в поздовжньому січенні.

Робота виконується в рамках пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки "Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі" на 2003-2007 роки.

Одним із недоліків роботи циліндричних гвинтових гнучких конвеєрів є те, що на криволінійних трасах при транспортуванні вантажів кінці кожної секції вискроблюють внутрішню поверхню гнучких рукавів, що призводить до швидкого їх зношення, збільшення енерговитрат і забруднення транспортного матеріалу.

За даними досліджень [3] встановлено, що у ГТК з профільованими секціями збільшується довговічність рукава на 65-75%, ресурс роботи збільшується в 4,7-5,3 рази в порівнянні з інсулючими суцільними робочими органами.

Нами виведено аналітичну залежність для визначення продуктивності ГТК з циліндричними секціями. Продуктивність гнучкого шнекового транспортера при відомій об'ємній вазі вантажу в загальному вигляді визначаємо за залежністю:

$$Q_r = \gamma_g \cdot Q. \quad (1)$$

Продуктивність можна визначити з залежності:

$$Q = K_n \cdot F_p \cdot V_a. \quad (2)$$

Розрахункова схема взаємодії секції гнучкого гвинтового конвеєра з гнучким кожухом при транспортуванні вантажів по криволінійних трасах зображена на рис. 1. При цьому робота транспортно-технологічної системи характеризується радіусом кривини гнучкого кожуха  $R_k$ , внутрішнім діаметром гнучкого кожуха  $D_R$ , геометричними параметрами гвинтової секції (довжина  $L$ ), максимальним радіусом в медіальному перерізі секції  $R_2$ , діаметром перерізу в торцевій частині секції  $R_2$ ). Оскільки для передачі силкого вантажу достатньо не менше одного витка шнека на один секційний орган, то розрахунок продуктивності будемо проводити за одним витком.

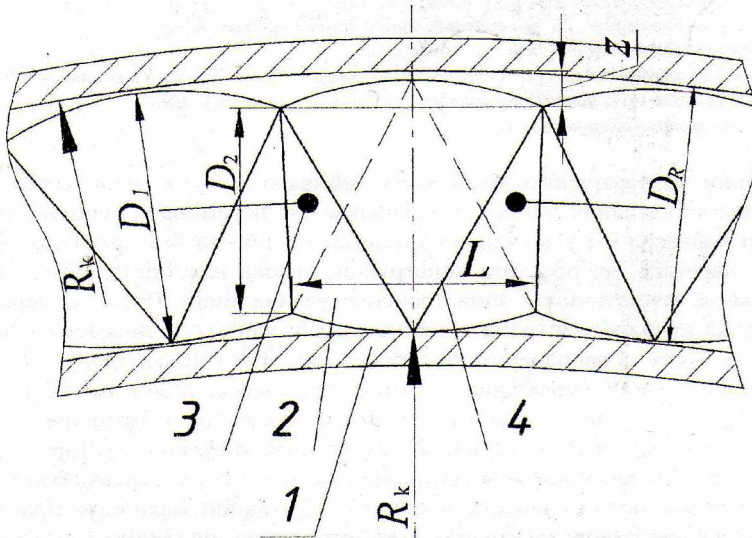


Рисунок 1 – Розрахункова схема взаємодії секції гнучкого конвеєра з гнучким кожухом:

- 1 – гвинтовий кожух; 2 – секція гнучкого гвинтового конвеєра;
- 3 – шарнірне з'єднання сусідніх секцій; 4 – подаючий виток

Втрати продуктивності транспортера в порівнянні з транспортерами, в яких не проводилось профілювання секцій витків ГТК, знаходять із залежності:

$$\Delta Q_r = \gamma_r \cdot \psi \cdot \alpha \cdot \frac{T \cdot T'}{2(T + T')} \cdot \omega \cdot \left( \pi R_1^2 - \left( \pi \left( \frac{1}{3} (R_1 - R_2)^2 + R_2 (R_1 - R_2) + R_2^2 \right) \right) \right). \quad (4)$$

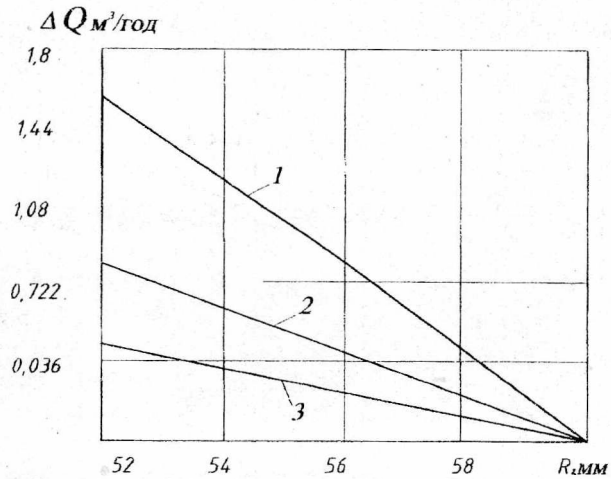


Рисунок 2 – Графік залежності втрат продуктивності гвинтового конвеєра від радіуса витка в торцевій частині шнека при  $\psi=0,9$ ;  $\alpha=0,8$ ;  $R_1=60$ мм,  $T=40$ мм.  
1 –  $\omega=40$ с<sup>-1</sup>; 2 –  $\omega=20$ с<sup>-1</sup>; 3 –  $\omega=10$ с<sup>-1</sup>

В результаті досліджень встановлено, що при зменшенні діаметра торцевої поверхні секційного шнека в межах від 7,5 до 1мм втрати продуктивності зростають. На рис. 2 зображено графік втрат продуктивності ГГК від радіуса витка в торцевій частині для різних режимів роботи при постійному значенні медіального січення, де  $R_1 = 60$ мм.

З рис. 2 видно, що із зменшенням радіуса секції витка в торцевій частині в порівнянні з радіусом в медіальному перерізі продуктивність ГГК падає в межах до  $1,5$ м<sup>3</sup>/год, але при цьому покращуються умови роботи ГГК.

На рис. 3 представлені графічні залежності продуктивності ГГК від частоти обертання шнека для силкого матеріалу, наприклад, пшениці.

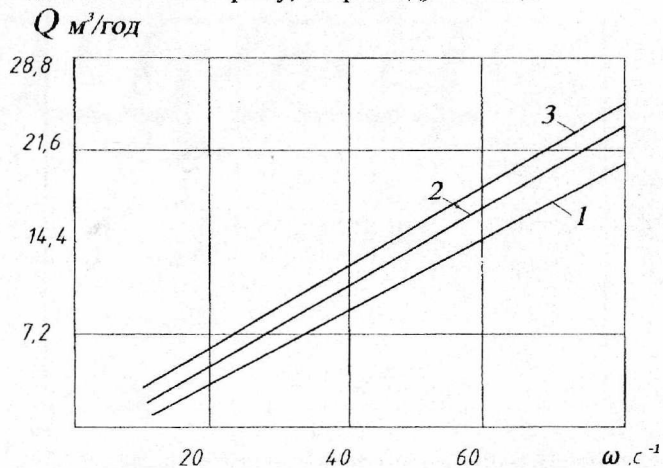


Рисунок 3 – Графік залежності продуктивності від частоти обертання шнека при  $\psi=0,9$ ;  $\alpha=0,8$ ;  $R_1=60$ мм,  $R_2=50$ мм. 1 –  $T=40$ мм; 2 –  $T=50$ мм; 3 –  $T=60$ мм

З графіка видно, що із збільшенням кутової швидкості і кроку шнека продуктивність ГГК для визначених параметрів збільшується в межах 7,5- 22 т/год.

На рис. 4 зображена залежність продуктивності ГГК від радіуса торцевої частини секції шнека і величини її кроку при постійному значенні радіуса в медіальному січенні секції, що дорівнює  $R_1 = 60$ мм.

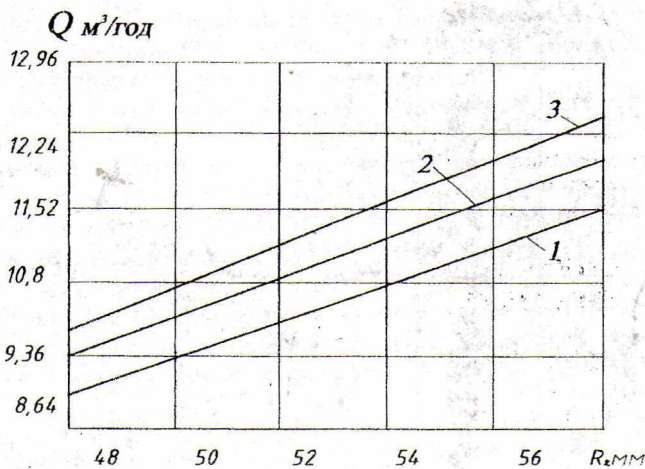


Рисунок 4 – Графік залежності продуктивності ГК від радіуса в торцевій частині при  $\psi=0,9$ ;  $\alpha=0,8$ ;  $R_1=60$ мм,  $\omega=40$  с<sup>-1</sup>. 1 –  $T=37$ мм; 2 –  $T=40$ мм; 3 –  $T=42$ мм

З рис.4 видно, що продуктивність ГТК зменшується на 3-3,5т/г із зменшенням радіуса торцевої частини секції в межах 58-48мм, а при збільшенні кроку – збільшується. Крім цього, при наближенні радіуса торцевої частини шнека до радіуса кожуха продуктивність зростає, але умови роботи ГТК при цьому погіршуються. Тому доцільно, щоб різниця цих радіусів знаходилася в межах 2...4мм.

На рис.5 представлено графік залежності втрат продуктивності ГТК з профільованими секціями від радіуса шнека в торцевій частині при постійному значенні радіуса в медіальному січенні у відсотках.

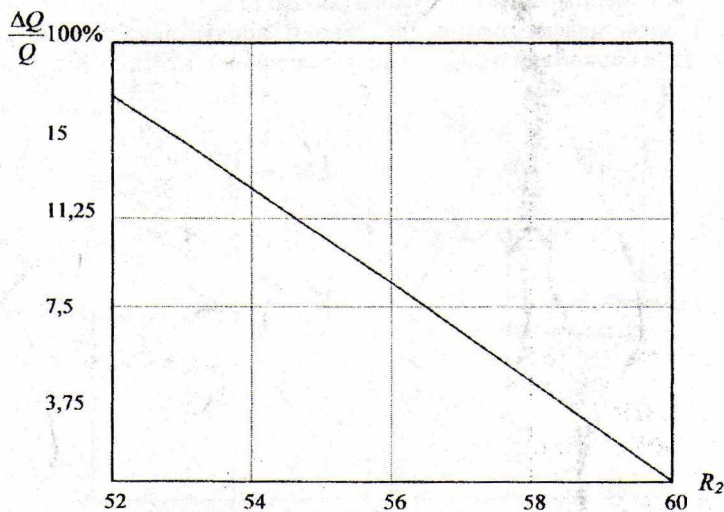


Рисунок 5 – Залежність втрат у відсотках продуктивності ГТК при профілюванні секцій від радіуса шнека в торцевій частині при  $\psi=0,9$ ;  $\alpha=0,8$ ;  $R_1=60$ мм;  $T=40$  мм;  $\omega = 40$  с<sup>-1</sup>

З графіка видно, що із збільшенням радіуса секцій ГТК в торцевій частині, в порівнянні з радіусами в медіальному перерізі, продуктивність збільшується, але при цьому погіршуються умови роботи і зменшується надійність і довговічність гнучких рукавів.

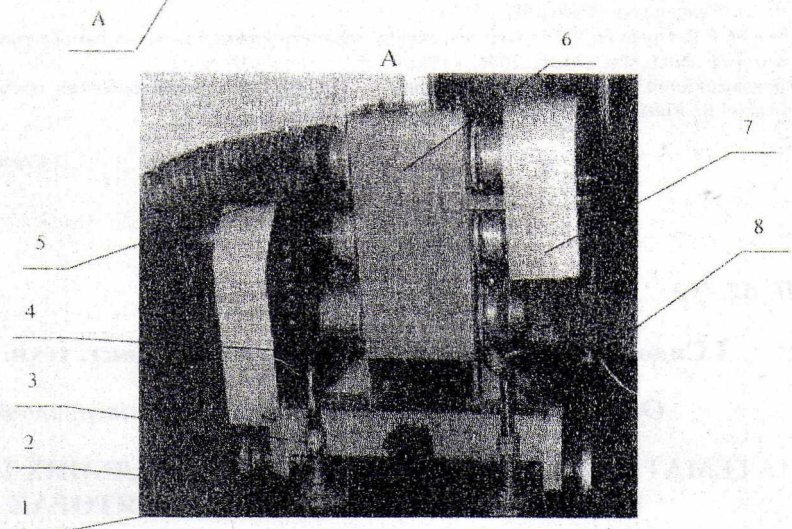
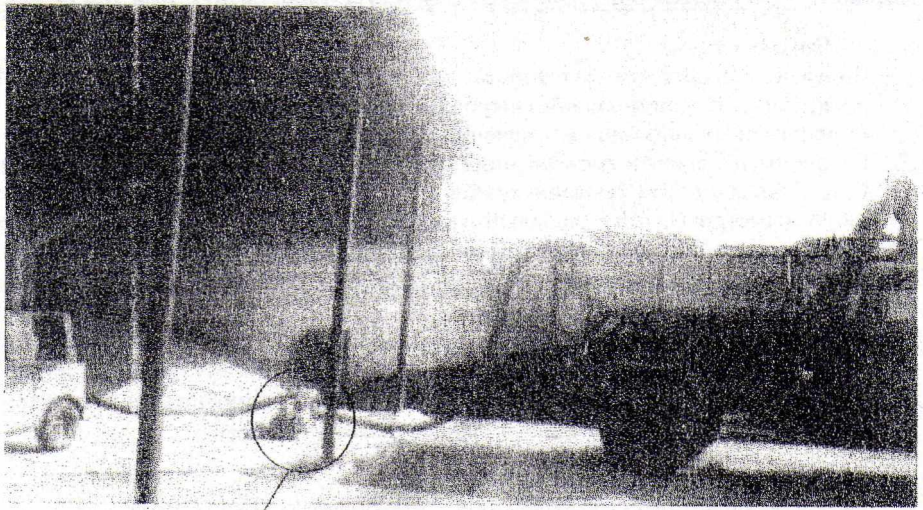


Рисунок 6 Використання гнучкого гвинтового конвєсера при завантаженні автомобіля зерном  
 1 – рама; 2 – опорні колеса; 3 – опори; 4 – привід вивантажувальної гнучкої секції;  
 5 – завантажувальна гнучка гвинтова секція; 6 – пересипний корпус; 7 – захисний кожух привода;  
 8 – вивантажувальний гнучкий гвинтовий рукав

На рис. 6 зображено ГТК в роботі на току з завантаженням автомобіля продуктивністю 25 т/год пшениці.

Гнучкий гвинтовий конвєсер з пересипом [4] призначений для завантаження і розвантаження всіх видів сипких матеріалів по гнучких трасах: пшениця, пісок, цемент, зерно, мука, комбікорм, сіль та інші.

Коротка технічна характеристика гнучкого гвинтового конвєсера, представлено на рис.6:

- довжина транспортування – 12 м;
- продуктивність до 20 т/год;
- внутрішній діаметр кожуха 2 100 мм;
- привід від електродвигуна – 1,5 квт, або вала відбору потужності трактора;
- кількість обертів робочого органа – 500 об/хв.

### Висновки

1. Виведено аналітичну залежність для визначення витрат ГГК з профільним поперечним січенням секцій гіперболічного шнека в порівнянні з циліндричними і експериментально уточнено значення відповідних коефіцієнтів.
2. Експериментальними дослідженнями встановлено залежності зміни продуктивності ГГК з гіперболічних профілів секцій в залежності від кутової швидкості, величини зміни діаметрів секцій в радіальному і торцевому січенні і зміни величини їх кроку. Встановлено, що величина втрат продуктивності складає 2...4%, при цьому покращуються умови роботи ГГК, збільшується довговічність рукава на 65..75%, а ресурс роботи в 4...5 разів і більше.
3. Спроектовано і виготовлено широкоуніверсальний ГГК з поперечним січенням секцій з довжиною траси транспортування 12м, продуктивністю до 20т/год. З внутрішнім діаметром гнучкого рукава 100мм з приводом від електродвигуна потужністю 1,5 кВт або вала відбору потужності трактора.

### Література

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. – М.: Машиностроение, 1972. – 235с.
2. Гевко Б.М., Данильченко М.Г., Рогатитський Р.М. та інші. Механізми з гвинтовими пристроями. – Львів: Вища школа, Світ, 1986. – 150с.
3. Лещук Р.Я. Обґрунтування конструктивних параметрів секцій робочих органів гвинтових конвеєрів. Автореф. канд. дис. - Львів, 2004. – 19с.
4. Деклараційний патент №15685, Україна. Гнучкий гвинтовий робочий орган соковитискача. Гевко І.Б., Комар Р.В., Новосад І.Я., Лещук Р.Я., Бюл.№7, 2005р.

Одержано 27.12.2007 р.

УДК 62.752

**І.Сидоренко, канд. техн. наук; С.Гутиря, докт. техн. наук**

*Одеський національний політехнічний університет*

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У РІВНОЧАСТОТНИХ ВІБРОІЗОЛЯТОРАХ**

*Наведено результати математичного моделювання коливальних процесів при гармонійному збурюванні в системах, які містять віброізолюючі пристрої з механічним зворотним зв'язком. Показано, що нелінійні пружні характеристики таких пристроїв можуть визначати як близькі до гармонійного, так і негармонійні коливання і є дуже чутливими до зсуву центра коливань щодо положення пружної рівноваги системи.*

**I.Sidorenko, S.Hyturya**

## **MATHEMATICAL MODELING OF OSCILLATORY PROCESSES IN EQUAL FREQUENCY ANTIVIBRATING DEVICES**

*The results of mathematical modeling of oscillatory processes are given at harmonically indignation in systems containing antivibrating devices with a mechanical feedback. Is shown, that the nonlinear elastic characteristics of such devices can define as close to harmonically, and non harmonically to fluctuations and are very sensitive to displacement of the centre of fluctuations concerning a rule of elastic balance of system.*

### **Умовні позначення**

*ПВП – пасивний віброізолюючий пристрій;  
МЗЗ – механічний зворотний зв'язок;  
m – маса джерела коливань;*