

УДК 621.86.

ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРАХ

Гевко Б.М. д.т.н., Клендій В.М. к.т.н., Мельничук С.Л., Навроцька Т.Д.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Розроблена методика проектування енергосилових параметрів транспортування вантажів в гвинтових конвеєрах. Виведені аналітичні залежності для визначення кінематичних і силових параметрів.

Ключові слова: енергосилові параметри транспортування, гнучкі конвеєри, крутні моменти.

Сучасний етап розвитку народного господарства України характеризується подальшим підвищенням ролі транспорту практично у всіх галузях народного господарства. Гвинтові механізми отримали широке застосування у всіх галузях народного господарства завдяки концентрації різних операцій у поєднанні з транспортуванням. До таких операцій належить транспортування, завантаження, розвантаження, подрібнення, змішування, пресування, очищення і зендрування шкіри, видалення соків, натягування ліній радіо і електропередач, виноградників та багато інших операцій. Гвинтові конвеєри характеризуються цілим рядом переваг, таких як – можливість довгого їх використання, збереження сортівності і якості вантажів, широка можливість автоматизації, мала трудоемкість і вигідне обслуговування, порівняльна простота і висока надійність конструкцій, можливість забезпечення широкого діапазону продуктивності і довжин транспортування, порівняно мала енергоємність процесів.

Приведена методика дослідження енергосилових параметрів транспортування вантажів у гнучких гвинтових конвеєрах. Виведені аналітичні залежності для визначення силових параметрів технологічного процесу транспортування вантажів. Приведені графічні залежності зміни величини крутних моментів від різних факторів.

При транспортуванні потоку вантажу на виділений елемент потоку з боку поверхонь жолоби і спіралі діють нормальні реакції і складові тертя. З огляду на, те що в процесі транспортування задіяна тільки частина обсягу ψdV , його розрахункова маса

$$dm_{\text{розр}} = \psi dm = (\gamma_G Q / v_{oc}) D l \quad (1)$$

Оскільки при $R \gg D/2$ зміни нормальних навантажень на поверхнях спіралі і жолоби від кривизни траси незначні (для допустимих вигинів не більше

2%), то розрахунок можна проводити так само, як і для випадку прямолінійного розташування транспортера з поточним кутом підйому траси γ .

Енергетичні витрати на переміщення вантажу можна представити у вигляді суми робіт [3]:

$$A_n = A_1 + A_2 + A_3, \quad (2)$$

де A_1 - робота підйому вантажу; A_2, A_3 - роботи сил тертя між вантажем і поверхнями спіралі і жолоби відповідно.

Для виділеного елементарного обсягу за відрізок часу Δt .

$$dA_1 = \Delta t g \, dm_{\text{розр}} \, (dz/dt) = \Delta t \gamma_G Q \sin \gamma dl, \quad (3)$$

$$dA_2 = \Delta t \mu_1 s_1^{\text{від}} dN_1, \quad dA_3 = \Delta t \mu_2 s_2^{\text{від}} dN_2, \quad (4)$$

де в разі швидкохідних спіраль-гвинтових конвєсєрів з урахуванням (2.34) і (2.67) середнє значення dN_i по довжині до

$$\begin{aligned} dN_1 &= \{g \gamma_G Q / [v_{oc} (\cos \alpha_p - \mu_1 \sin \alpha_p)]\} (\mu_2 \rho_i \omega_A^2 \sin \beta / g + \sin \gamma) dl, \\ dN_2 &= (\gamma_G \rho_i \omega^2 Q / v_{oc}) dl \end{aligned} \quad (5)$$

Тут β - кут нахилу траси руху частинки; $\sin \beta = T' / \sqrt{(T')^2 + \pi^2 D_{\text{жс}}^2}$.

Роботу на переміщення вантажу шукаємо як інтегральну суму наведених залежностей

$$\begin{aligned} A_{II} &= \Delta t Q \gamma_G g \left\{ H + \int_0^L \left[\frac{\mu_1 (\omega - \omega_A)}{2\pi} \left(\frac{\mu_2 \rho_i \omega_A^2 \sin \beta}{9 v_{oc}} + \sin \gamma / v_{oc} \right) \times \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \times \frac{4\pi^2 \rho_i^2 + T^2}{\pi D - \mu_1 T} + \left[\mu_2 \rho_i \omega_A^2 / (2\pi g v_{oc}) \right] \right] \times \right. \\ &\quad \left. \times \sqrt{4\pi^2 \rho_i^2 + T^2 \left(1 - \frac{\omega}{\omega_A}\right)^2} \right] dl \end{aligned} \quad (6)$$

Повну роботу, затрачену на транспортування вантажу в реальному транспортері, можна представити у вигляді

$$A = k_{\text{зр}} \cdot k_{\text{виз}} \cdot k_{\text{тр}} \cdot A_{II} \quad (7)$$

де $k_{\text{зр}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на перемішування, дроблення, залипання або защемлення вантажу; $k_{\text{виз}}$ - коефіцієнт, що враховує неточність

виготовлення спіралі і жолоби, їх відхилення від розрахункового значення; k_{mp} - коефіцієнт, що враховує просторове розташування траси, її складність.

Коефіцієнти k_{sp} і $k_{виг}$ визначають експериментально, коефіцієнт k_{mp} враховує енергетичні витрати на тертя спіралі об жолоб при вигині і кручення, а також на обертання зігнутої спіралі, і в першому наближенні його можна отримати аналітично.

Потужність, необхідна для транспортування вантажу в спіраль-гвинтів конвеєра

$$N = k_{sp} \cdot k_{виг} \cdot k_{mp} Q \gamma_G g (H + WL) \quad (8)$$

де W - коефіцієнт питомих втрат на тертя по довжині транспортера

$$W = (1/L) \int_0^L \left[\frac{\mu_1 (\omega - \omega_A)}{2\pi v_{oc}} \left(\sin \gamma + \frac{\mu_2 \rho_i \omega_A^2 \sin \beta}{g} \right) \times \frac{4\pi^2 \rho_i^2 + T^2}{\pi D - \mu_1 T} + \frac{\mu^2 D_{жс} \omega_A^2}{2\pi v_{oc}} \right] \sqrt{4\pi^2 \rho_i^2 + T^2 \left(1 - \frac{\omega}{\omega_A} \right)^2} dl \quad (9)$$

Залежність (9) відповідає формулі для визначення потужності гвинтових конвеєрів [3].

$$M_z = \pi \psi \phi_0 \mu_2 \gamma_G D^4 L \omega^2 \sin^2 \alpha_\rho \left(\sin \alpha_\rho + \mu_1 \cos \alpha_\rho \right)^3 \times \left(1 + \sqrt{1 - \phi_0} \right)^2 / \left[64 \left(\cos \alpha_\rho - \mu_1 \sin \alpha_\rho \right) \right] \quad (10)$$

Повний момент, необхідний для обертання гнучкою спіралі і транспортування вантажу, аналогічно (2.70) запишемо як

$$M = k_{sp} \cdot k_{виг} \cdot k_{mp} \cdot M_z \quad (11)$$

При розташуванні траси по колу з постійним радіусом вигину R коефіцієнт k_{mp} можна уявити як

$$k_{mp} = 1 + (\xi L / R) \quad (12)$$

де ξ - параметр, що залежить від матеріалу і розмірів гнучкою спіралі, а також від висоти підйому вантажу. Коефіцієнт k_{sp} в значній мірі залежить від швидкохідності конвеєра і зі збільшенням кутової швидкості ω значно

знижується. Тому мінімум моменту M доводиться на ділянку с. сталим рухом вантажу по гвинтовій траєкторії.

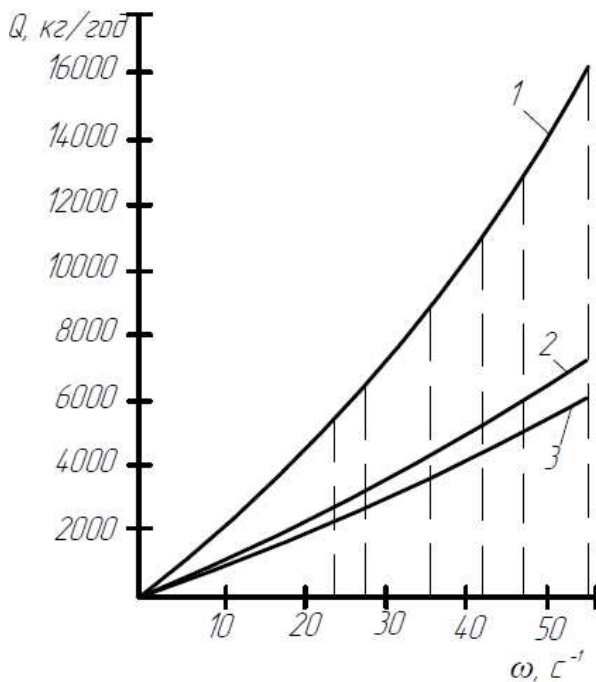


Рисунок 1. Залежність продуктивності гнучкого гвинтового конвеєра від кутової швидкості робочого органу

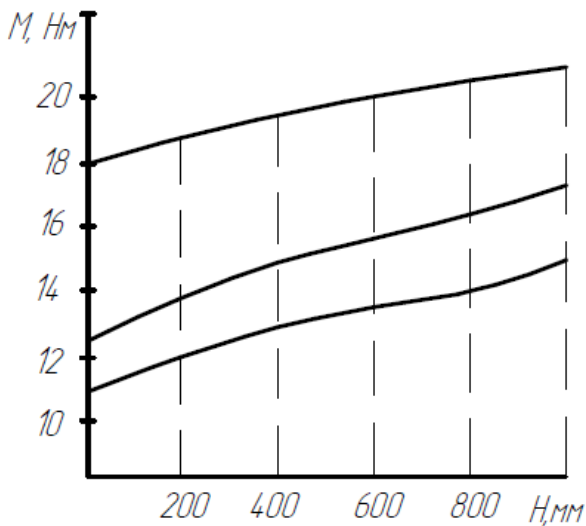


Рисунок 3 Зміна величини крутного моменту від висоти підйому матеріалу в гнучкому гвинтовому конвеєрі

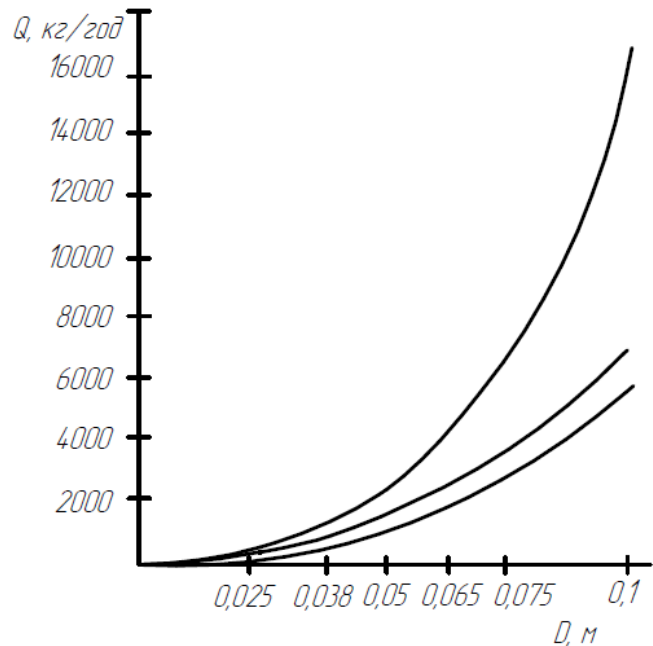


Рисунок 2. Залежність продуктивності гнучкого гвинтового конвеєра від діаметра прохідного перетину жолоба

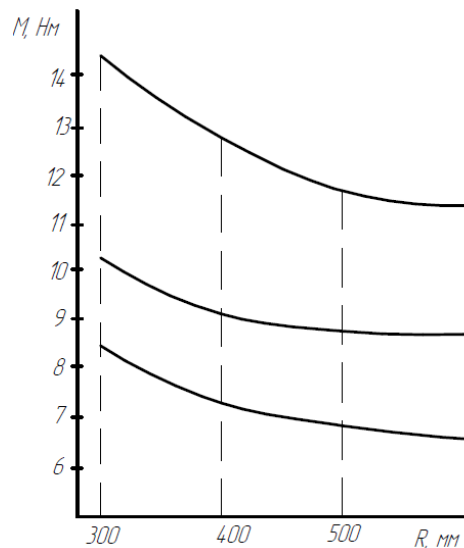


Рисунок 4 Зміна величини крутного моменту від відіссу згину транспортування в гнучких гвинтових конвеєрах

Висновки. Розроблена методика проектування енергосилових параметрів транспортування вантажів в гвинтових конвеєрах. Виведені аналітичні залежності для визначення кінематичних і силових параметрів.

Література

1. Григорьев А.М., Преображенский П.А. Теория, расчёт и эксплуатация односпирального гибкого конвейера. -К.: Знание, 1969. -128с.
2. Герман Х. Шнековые машины в технологии ФРГ. Л.: Машиностроение, 1975. -280с.
3. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков. -Львов: Вища школа, 1986. -128с.
4. Гевко Б.М., Рогатынский Р.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин. -Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1989. -176с.

Аннотация

Энергосиловые параметры транспортировки грузов в гибких винтовых конвейерах

Гевко Б.М. д.т.н., Клендий В.М. к.т.н.,
Мельничук С.Л., Навроцкая Т.Д.

Разработана методика проектирования энергосиловых параметров транспортировки грузов в винтовых конвейерах. Выведены аналитические зависимости для определения кинематических и силовых параметров.

Abstract

Energy-power parameters of transportation of cargo in a flexible screw conveyor

B. Hevko, V. Klendiy, S. Melnychuk, T. Navrotska

The method of designing energy-power parameters of transportation in screw conveyors. Analytical dependences for determination of kinematic and power parameters.