

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ГВИНТОВОГО СЕКЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

Ляшук О.Л., Дячун А.Є.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Приведено дослідження динаміки навантажень на елементи гвинтового секційного конвеєра та характер переміщення його складових. Представлено розрахункову схему процесу роботи секційного конвеєра із виведенням аналітичних залежностей для визначення моменту опору, часу переміщення вантажу між сусідніми секціями і величини деформації секцій конвеєра.

Ключові слова: секційний конвеєр, розрахунок навантаження.

Вступ За різними даними стійкість суцільних шнеків, які працюють на криволінійних трасах з малими локальними радіусами кривизни, не перевищує 40 год роботи, внаслідок циклічних знакозмінних навантажень. Тому одним із напрямків вирішення даної проблеми є застосування секційних гвинтових робочих органів (ГРО), шарнірно з'єднаних між собою.

Забезпечення технологічності конструкції виробу і гвинтових транспортно-технологічних механізмів (ГТТМ) – це взаємозв'язане вирішення комплексу проблем і завдань як конструкторського так і технологічного характеру, спрямованих на підвищення продуктивності праці, досягнення мінімальних трудових і матеріальних затрат при виготовленні, скорочення часу на технологічне обслуговування і ремонт, а також забезпечення високої надійності в експлуатації.

Постановка проблеми. Теоретичні основи та методи визначення конструктивних, кінематичних, динамічних, технологічних, функціональних, експлуатаційних та інших параметрів і характеристик гвинтових робочих органів секційних РО ГТК викладені в багатьох літературних джерелах. Серед них роботи Григорьева А. М. [1], Гевко Б. М. [2], Рогатинського Р. М. [3], Герман Х. [4] та багатьох інших. Питання транспортування сипких матеріалів по криволінійних трасах потребує подальших досліджень.

Мета дослідження. Метою роботи є розроблення динаміки гнучких гвинтових секційних конвеєра відносно швидкості повороту секцій в часі.

Робота виконана згідно координаційного плану Комітету з питань науки і техніки та Міністерства освіти і науки України з розділу «Машинобудування», «Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні» на 2010-2015 рр.

Матеріали і методика досліджень Секції робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів (рис. 1) відносяться до нежорстких деталей і профілювання є досить складними, і їх необхідно проводити на спеціальних оправках в два етапи, а також важливим дослідженням динамічних навантажень

В процесі роботи гвинтового секційного конвеєра (ГСК) виникають навантаження, що спричиняють вихід із ладу його робочих частин, коли кут

відносного повертання між двома сусідніми секціями перевищує допустимий, що визначається із умови міцності. При цьому встановлено, що величина кута повертання при динамічних навантаженнях перевищує величину при статичних навантаженнях.

На основі вище сказаного, виникає необхідність у дослідженні динамічних навантажень на елементи гвинтового секційного конвеєра та характер переміщення його складових. Ці переміщення можна знайти за допомогою вирішення диференціальних рівнянь руху. Для спрощення розрахунків здійснюємо деяку ідеалізацію системи, не враховуючи другорядні фактори.

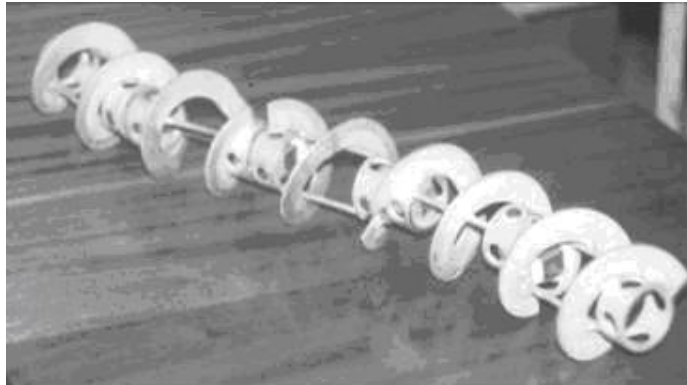


Рисунок 1 – Загальний вигляд окремих секцій гвинтового робочого органу конвеєра

Розрахункову схему (ГСК) можна представити так, як це показано на (рис. 2.) Ця модель представлена у вигляді зосереджених мас, що з'єднані між собою пружними зв'язками, які є допустимо невагомими, що характеризуються постійними коефіцієнтами жорсткості. Місцевими напруженнями і деформаціями в місцях з'єднання окремих елементів знехтувано.

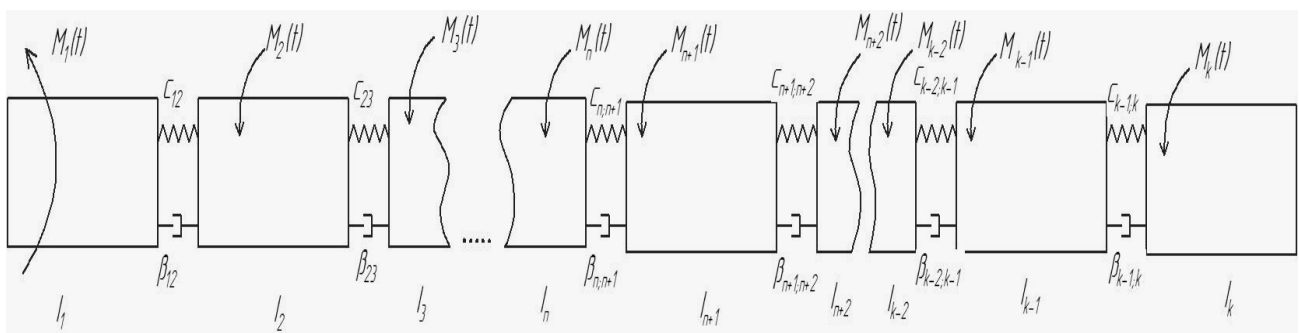


Рисунок 2 – Розрахункова схема процесу роботи секційного конвеєра

До зосереджених мас віднесемо: I_1 – момент інерції ротора двигуна; $I_2 \dots I_k$ – моменти інерції секцій конвеєра, де k – кількість секцій конвеєра. Крім цього на рисунку показано C_{12} – жорсткість з'єднання між двигуном та першою секцією конвеєра. $C_{12} \dots C_{k-1;k}$ – жорсткості з'єднань між секціями конвеєра. β_{12} – коефіцієнт демпфування між двигуном і першою секцією $\beta_{23} \dots \beta_{k-1;k}$ – коефіцієнти демпфування між сусідніми секціями. Двигун

створює момент приводу $M_1(t)$, при цьому на кожній секції виникає момент опору $M_2(t) \dots M_k(t)$.

Для початку роботи конвеєра можна виділити етапи поступового зростання моментів опору $M_k(t)$ на кожній секції через певні проміжки часу по мірі переміщення вантажу.

Оскільки подача вантажу здійснюється поступово, зростання моментів опору $M_k(t)$ представлено зростаючими постійними залежностями із наступною стабілізацією на певному максимальному рівні.

Залежність моментів опору окремих секцій (ГСК) представимо функціями:

$$M_{k1}(t) = \frac{M_{k \max}}{t_n} (t - (k-1)t_1) \quad (1)$$

де $M_{k1}(t)$ - момент опору на 1 секції конвеєра, Нм;

$M_{k \max}$ – максимальний момент опору на k-ій секції, Нм;

t_n – час, на протязі якого проходить поступове навантаження секції, с;

t_1 – час, на протязі якого відбувається переміщення вантажу між сусідніми секціями, с.

Час переміщення вантажу між сусідніми секціями визначають за формулою:

$$t_1 = \frac{L_c + l_1}{n_1 \cdot T} \quad (2)$$

де L_c – довжина секції, мм;

l_1 – відстань між секціями, мм;

n_1 – частота обертання секцій, об/хв.;

T – крок витків секцій, мм.

Використовуючи рівняння (1), моменти опору представимо залежностями:

$$M_k(t) = \frac{M_{k1}(t) + M_{k \max}(t) - |M_{k1}(t) - M_{k \max}(t)| + |M_{k1}(t) + M_{k \max}(t) - |M_{k1}(t) - M_{k \max}(t)||}{4} \quad (3)$$

Зміну моменту навантаження згідно рівняння (3) представлено у вигляді графіків на (рис.3).

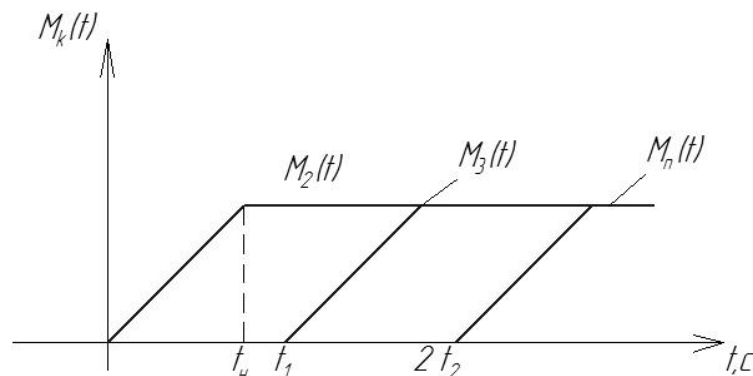


Рисунок 3 – Графіки зміни моментів опорів на гвинтових секціях конвеєра

$$k = 1 \sum \gamma_2 = \frac{k-1 \sum_1^k \delta k}{R} \quad (10)$$

Жорсткості секцій шнека $C_{23} \dots C_{k-1;k}$ залежать від жорсткості гвинтових елементів та стержнів, що розміщені по внутрішньому діаметру гвинтового елемента і визначається за формулою:

$$C_{23} = \frac{EI_x \cdot \cos^2 \alpha + GI_p \cdot \sin^2 \alpha}{\left(\frac{1}{2} + \sin^2 \alpha\right) \cdot \frac{L_c}{\sin \alpha}} + \frac{G_c I_{pc} \cdot n}{L_c}, \quad (11)$$

де E – модуль пружності I роду матеріалу гвинтового елемента, МПа;
 I_x – осьовий момент інерції поперечного січення витка гвинтового елемента, мм⁴;

α – середній кут нахилу витків гвинтового елемента, град.;

G – модуль пружності II роду матеріалу гвинтового елемента, МПа;

I_p – полярний момент інерції поперечного січення гвинтового елемента, мм⁴;

G_c – модуль пружності II роду матеріалу стержня;

I_{pc} – полярний момент інерції поперечного січення стержня, мм⁴;

n – кількість стержнів.

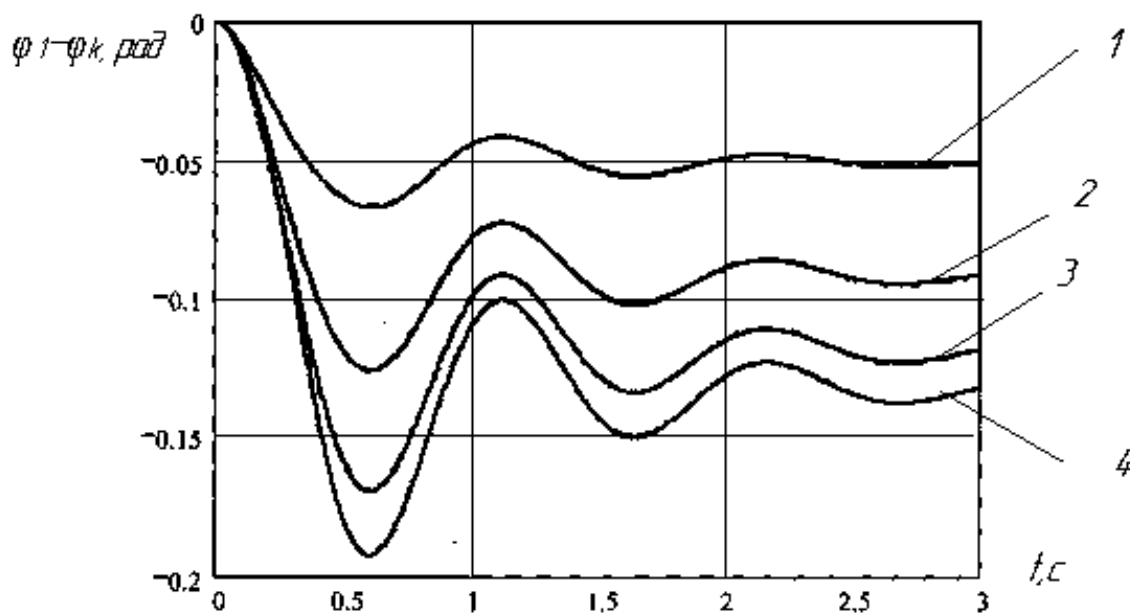


Рисунок 4 – Графік зміни кутів відносного повороту секцій гвинтового конвеєра в часі: 1 – $\varphi_1 - \varphi_2$; 2 – $\varphi_1 - \varphi_3$; 3 – $\varphi_1 - \varphi_4$; 4 – $\varphi_1 - \varphi_5$

Для перевірки адекватності запропонованої системи диференціальних рівнянь усі їх складові визначалися експериментально. Із представлених графічних залежностей видно, що зміна кутів і відносної швидкості ГСК в часі зменшується, і динаміка процесу транспортування сипких матеріалів стабілізується.

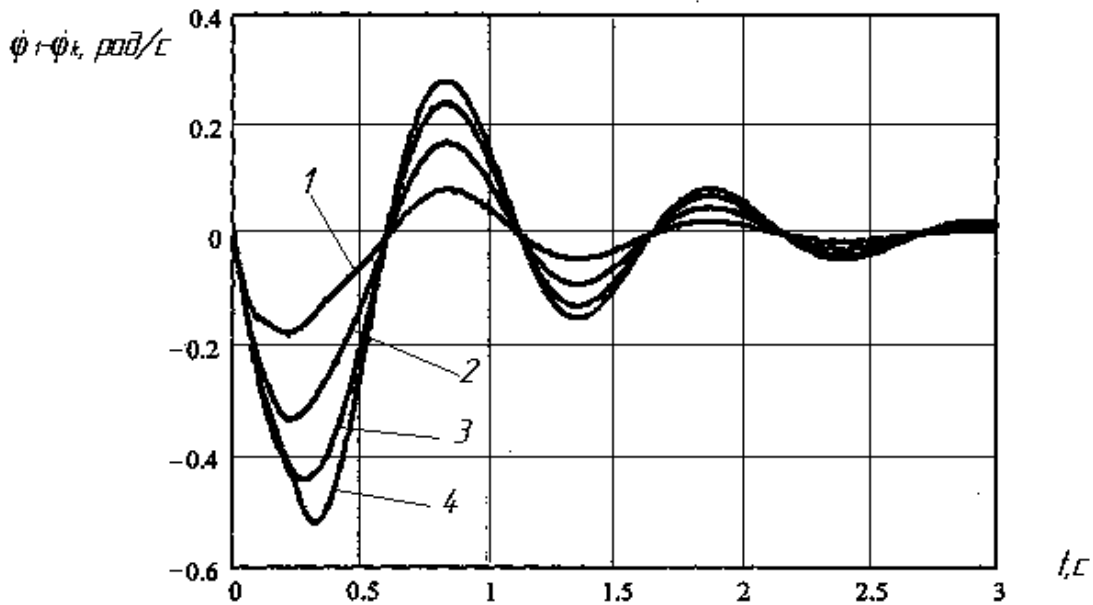


Рисунок 5 – Графік зміни відносної швидкості повороту секцій гвинтового конвеєра в часі: 1 – $\varphi_1 - \varphi_2$; 2 – $\varphi_1 - \varphi_3$; 3 – $\varphi_1 - \varphi_4$; 4 – $\varphi_1 - \varphi_5$

Висновки.

1. Проведено дослідження динамічного процесу роботи ГСК та визначено характер переміщень його складових.
2. Виведені аналітичні залежності для визначення опору, часу переміщень вантажу між сусідніми секціями і величину деформацій секцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорьев А. М. Гибкие шнеки / А. М. Григорьев, П. А. Преображенский. – К. : Знание, 1967. – 245 с.
2. Механізми з гвинтовими пристроями / [Б. М. Гевко, М. Г. Данильченко, Р. М. Рогатинський, М. І. Пилипець, А. В. Матвійчук] – Львів : Світ, 1993. – 208 с.
3. Рогатинський Р. М. Механіко-технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва : дис. ... докт. техн. наук 05.20.01, 05.05.05. / Р. М. Рогатинський. – Тернопіль, 1997. – 454 с.
4. Герман Х. Шнековые машины в технологии ФРГ. – Л. : Машиностроение, 1975. – 148 с.
5. Гевко І. Б., Обґрунтування параметрів гвинтового секційного соковитискача / І. Б. Гевко, І. Я. Новосад // Збірник наукових статей. Випуск 13, «Сільськогосподарські машини». – Луцьк, 2005. – С. 65.
6. Підвищення експлуатаційної надійності і довговічності гнучких гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин / [Б. М. Гевко, О. Л. Ляшук, А. Я. Пік, І. Я. Новосад] // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. – Харків, 2010. – С. 185-190.

Ляшук О.Л., Дячун А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВИНТОВОГО СЕКЦИОННОГО КОНВЕЙЕРА

Приведено исследование динамики нагрузок на элементы винтового секционного конвейера и характер перемещения его составляющих. Представлена расчетная схема процесса работы секционного конвейера с выведением аналитических зависимостей для определения момента сопротивления, времени перемещения груза между соседними секциями и величины деформации секций конвейера.

Ключевые слова: секционный конвейер, расчет нагрузки.

Lyashuk O.L., Dyachun A.E. RESEARCH OF DYNAMICS OF PROCESS OF WORK OF SPIRAL SECTIONAL CONVEYER

Research over of dynamics of loading is brought on the elements of spiral sectional conveyer and character of moving of his constituents. The calculation chart of process of work of sectional conveyer is presented with the leadingout of analytical dependences for determination of moment of resistance, time of moving of load between nearby sections and size of deformation of sections of conveyer.

Key words: sectional conveyer, calculation of loading.