

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Гевко І.Б., Гурик О.Я.

*(Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)*

*Розглянуті конструкції гвинтових транспортно-технологічних систем. Виведені залежності для визначення конструктивно-технологічних параметрів гвинтових конвеєрів і проведено порівняльний аналіз їх продуктивності. Використовуючи дані залежності, можна добитися максимальної продуктивності транспортування гвинтовими конвеєрами при дотримання встановлених норм виконання технологічного процесу.*

Досить часто для виконання операцій транспортування сільськогосподарських продуктів з насипу, площадок, різноманітних заглиблень та інше, потрібні ефективні і мобільні засоби транспортування, що забезпечують його екологічність. Існуючі конструкції транспортерів, зокрема консольно-гвинтових транспортних засобів, не забезпечують виконання цих функцій. Ці функції можуть ефективно виконуватись гвинтовими конвеєрами (ГК) з центральним приводом, що мають завантажувальну та розвантажувальну магістралі. Вузким місцем в цих конструкціях є зона перевантаження з завантажувальної в розвантажувальну магістраль. Це пов'язано з тим, що в цій зоні розміщений механізм перевантаження, який ускладнює конструкцію і призводить до збільшення енерговитрат на виконання технологічних процесів, пониження надійності та довговічності механізму в цілому, і утворення так званих "мертвих зон", тобто зупинок транспортованого матеріалу. Тому, зону перевантаження в шнекових конвеєрах з завантажувальної до розвантажувальної вітки в подальших дослідженнях будемо називати перехідною зоною.

Метою цієї роботи є дослідження технологічного процесу проходження сипкого потоку в перехідній зоні та розробка конструкторсько-технологічних заходів і конструкторсько-компонувальних схем гвинтових транспортно-технологічних систем для покращення умов транспортування і зменшення енерговитрат при проходженні матеріалу через перехідну зону.

Для транспортування сипких матеріалів розроблено гнучкий гвинтовий конвеєр з поліпшеними умовами транспортування [1]. Конвеєр (рис.1) містить привідний шків 3, встановлений за допомогою підшипників 6 на опорній ексцентричній трубі 8. Труба жорстко кріпиться в корпусах 2 і 9, встановлених на раму 12 конвеєра. Шків 3 має внутрішній зубчастий вінець 4, що входить в зачеплення з привідним колесом 5 ведучого вала 7. Вал 7 встановлений у підшипникових вузлах в корпусах 2, 9 і проходить через отвір ексцентричної труби 8, на торцевих поверхнях якої розміщені опори у вигляді шприх з вікнами для проходження матеріалу. До ведучого вала різьбовим з'єднанням кріпляться вали 1 і 10, на яких закріплені гнучкі шнеки 11. До корпусу хомутами 15 кріпляться гнучкі кожухи 14. Завантажувальна частина виконана у вигляді насадки 17, яка містить вікна 16 з конусом 19. Останній захищає кінець шнека 18 від пошкоджень.



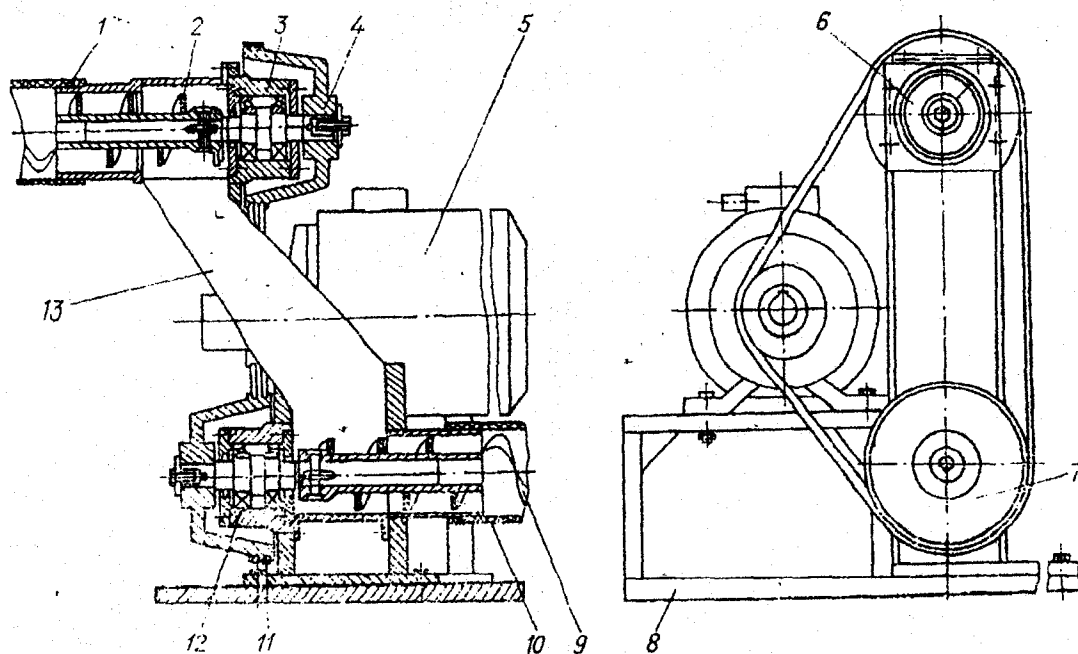


Рис.2 – Гнучкий гвинтовий конвеєр з пересипом

Робота ГК здійснюється таким чином. Після виконання відповідних підготовчих операцій включають привід. Спіраль 2 завантажувального блока подає сипкий матеріал у пересипний бункер 13, з якого він захоплюється розвантажувальною спіраллю і подається до виходу в призначене місце.

Недоліком даної конструкції є велика матеріаломісткість і габаритні розміри, іншими словами конструкція є нетехнологічною. Це зумовлено тим, що якщо не забезпечити певного кута нахилу пересипного бункера, транспортований матеріал зупинятиметься і створюватиме затори у завантажувальній магістралі, які призводитимуть до технологічних перевантажень.

В основу розрахунку конструктивних параметрів зони перевантаження гвинтових транспортно-технологічних систем покладено рівність її продуктивності з продуктивністю самого ГК і процесу завантаження через насадки, які встановлюються на вході завантажувальної ланки механізму [3]:

$$Q_{вх} = Q_{вих} = Q_{з.п.},$$

де  $Q_{вх}$ ,  $Q_{вих}$ ,  $Q_{з.п.}$  – відповідно продуктивність завантаження, вивантаження і зони перевантаження.

Загальна продуктивність ГК визначається за формулою [3]:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot \varphi \cdot V_n \cdot (D_{ж}^2 - d^2),$$

де  $D_{ж}$ ,  $d$  - відповідно діаметр жолоба і вала;  $V_n$  - осьова швидкість переміщення вантажу в жолобі;  $\varphi$  - коефіцієнт завантаження міжвиткового простору.

Функціональне призначення насадок ГК - бездеформаційний ввід спіралі в матеріал, її безпечна робота та здійснення оптимального завантаження конвеєра з умови запобігання явища перевантаження технологічного характеру. У випадку завантаження сипких вантажів через насадку, продуктивність ГК визначається залежністю [4]:

$$Q_{\text{вих}} = K_3 \cdot F \cdot n \cdot V_3,$$

де  $F$  - площа одного отвору насадки для заповнення ГК;  $n$  - кількість отворів в насадці;  $V_3$  - швидкість засипання матеріалу через насадку;  $K_3$  - коефіцієнт завантаження (враховує відношення робочої площі просипання до загальної).

Довжина прямокутного отвору насадки визначається за формулою [4]:

$$l = (\pi/a) \cdot [\varphi^2 \cdot V_n^2 \cdot (D_{\text{ж}}^2 - d^2)^2 / 25,6 \cdot K_3^2 \cdot n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g]^{2/5},$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт просипання;  $a$  - ширина отвору;  $g$  - прискорення земного тяжіння.

Для гвинтового конвеєра, зображеного на рисунку 2, продуктивність визначатиметься в першу чергу продуктивністю транспортування. При цьому необхідно забезпечувати у відповідній мірі продуктивність перевантаження. Слід зазначити, що для усунення явища технологічного перевантаження в зоні пересипного бункера необхідно його продуктивність (пропускну здатність) конструктивно забезпечувати вищою, ніж продуктивність самого ГК. Швидкість просипання вантажу через отвір визначається по формулі [5]:

$$V_0 = \lambda \cdot \sqrt{3.2 \cdot g \cdot R},$$

де  $R$  - гідравлічний радіус випускного отвору;  $g$  - прискорення земного тяжіння.

Провівши певні перетворення отримаємо залежність для визначення радіусу отвору пересипного бункера, який забезпечить безперебійну роботу ГК:

$$R = \sqrt[5]{\frac{V_n^2 \cdot (D_{\text{ж}}^2 - d^2)^2}{K_T^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}},$$

де  $K_T$  - коефіцієнт, що враховує сповільнення просипання вантажу за рахунок його тертя по нахиленій частині пересипного бункера ( $K_{Tz} = 0.7 \dots 1$ ).

Використовуючи дану формулу для визначення конструктивних параметрів пересипного бункера слід зазначити, що кут нахилу бункера до завантажувальної магістралі не повинен перевищувати  $120^\circ$  (згідно [5]).

Для визначення продуктивності гвинтових транспортно-технологічних систем з перехідною зоною нами було проведено комплекс експериментальних досліджень. З метою порівняння параметрів продуктивності розроблених конвеєрів проведено дослідження ГК зображеного на рис. 1 та ГК консольного типу. Причому, ті ж самі шнеки з гнучкими кожухами, внутрішні діаметри яких становлять 0,1 метр, ставилися на ГК як консольного типу, так і на ГК з центральним приводом.

Залежність продуктивності ГК діаметром  $D_{\text{ж}} = 0,1$  м консольного типу від частоти обертання спіралі для транспортування цементу, ячменю і пластмаси зображено на рисунку 3.

З графіку видно, що продуктивність зростає прямопропорційно кутовій швидкості гвинтової спіралі.

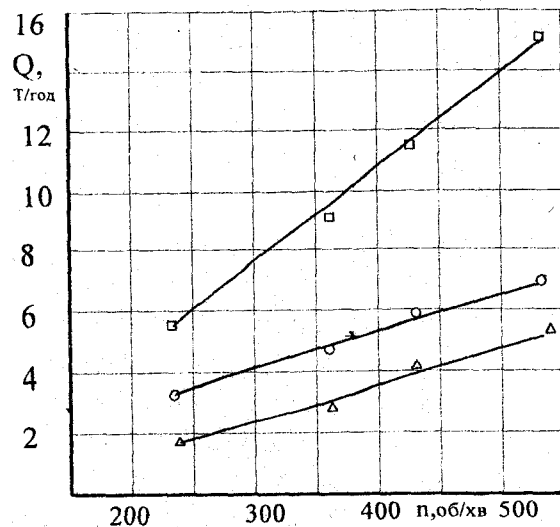


Рис.3 – Залежність продуктивності ГК діаметром  $D_{ж} = 0,1$  м від частоти обертання спіралі для: 1 - цементу; 2 - ячменю; 3 - пластмаси

Залежність продуктивності ГК [1] з перехідною зоною перевантаження діаметром жолоба 0,1 м зображено на рисунку 4 для транспортування цементу, ячменю і пластмаси.

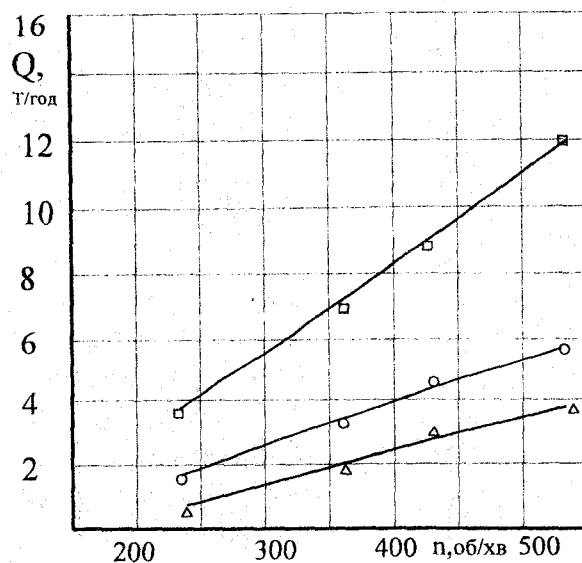


Рис.4 – Залежність продуктивності від числа обертів робочого органу ГК з ексцентричним центральним приводом ( $D_{ж} = 0,1$  м) для: 1 – цементу; 2 – ячменю; 3 – пластмаси

Проведені дослідження конвеєрів показали, що продуктивність ГК з ексцентричним центральним приводом [1] нижча на 2...3 тони/год у порівнянні з продуктивністю, яку забезпечує ГК консольного типу. Зменшення продуктивності на 14...18% пояснюється низькою пропускною здатністю перехідної зони (зони перевантаження), яка виступає "вузьким місцем" і визначає, в загальному, продуктивність ГК [1].

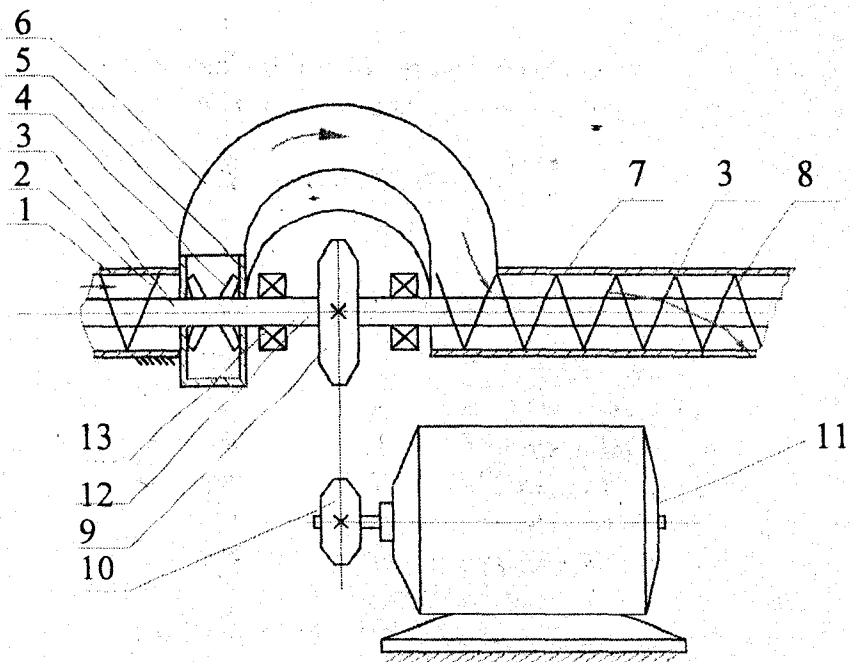


Рис.5 – Гнучкий гвинтовий конвеєр з лопатевим перекидним механізмом

Подальші наші пошуки привели до створення принципово нової конструкції ГК з лопатевим перекидним механізмом, який забезпечує покращення техніко-економічних показників ГК з центральним приводом.

Компонуально-конструкторська схема ГК з лопатевим перекидним механізмом представлена на рис.5. Гнучкий гвинтовий конвеєр виконаний у вигляді завантажувального рукава 1, в якому розташована спіраль 2, що закріплена на валу 3, на якому, також, кріпиться крильчатка 4 (вентилятор). Крильчатка розміщена в корпусі 5, до якого кріпиться труба 6 півкруглої форми, що під'єднується до розвантажувального рукава 7. В середині розвантажувального рукава на валу 3 закріплена спіраль 8. На валу 3, що встановлений у внутрішніх торцевих поверхнях півкруглої труби 6 на підшипниках, жорстко закріплена зірочка 9, яка з'єднана ланцюговою передачею з зірочкою 10 електродвигуна 11.

Робота конвеєра здійснюється наступним чином. Вмикається привід, під дією якого обертається вал 3 із шнеками 2 і 8. Сипкий матеріал подається завантажувальним шнеком 2 в зону крильчатки 4, якою він подається по трубі 6 в зону вивантаження, де шнеком 8 вивантажується.

Приймаємо, що рух потоку сипкого матеріалу лопатевим колесом здійснюється по параболічній залежності :

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v(\rho, u) \cos^2 \alpha},$$

де  $v(\rho, u)$  - повна швидкість частинки;  $\alpha$  - кут між напрямком вектора швидкості та віссю абсцис.

Об'єм вантажу в міжлопатево́му просторі визначається можливістю його повного подання в русло трубопроводу кожною лопаткою і визначається з залежності:

$$Q_{\text{сум}} = \sum_1^n (v_{\text{сер}} \cdot S \cdot \rho_1) \cos \beta \cdot K_{m1} \cdot K_{m2},$$

де  $v_{\text{сер}}$  - середня швидкість переміщення потоку вантажу з міжлопатево́го простору в русло дефлектора;  $S, \rho_1$  - відповідно ширина і довжина лопатки;  $\beta$  - кут нахилу лопатки;  $K_{m1}$  - коефіцієнт втрат за рахунок тертя матеріалу ( $K_{m1}=0,7\dots0,9$ );  $K_{m2}$  - коефіцієнт заповнення міжлопатево́го простору вентилятора ( $K_{m2}=0,4\dots0,6$ ).

Як показали дослідження, запропонований гвинтовий транспортно-технологічний засіб позбавлений недоліків прототипів і забезпечує збільшення подачі сипучих матеріалів з мінімальними енергозатратами. Крім цього, він може використовуватися для змішування різних компонентів, протруювання зерна і інше, при встановленні бункера в розвантажувальному рукаві, або в іншому місці.

### Список літератури

1. А.с. СССР №1738737. Гибкий винтовой конвейер / Гевко Б. М., М. П. Копак, И. Б. Гевко, М. И. Пилипещь. - Оpubл. 07.06.92, Бюл. №21.
2. А.с. СССР №1798273. Гибкий винтовой конвейер / Гевко Р.Б., Гевко Б.М., Данильченко М.Г., Калайджан А.С., Мартиненко В.А., Гевко И.Б. -Оpubл. 28.02.93, Бюл. №8.
3. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин / Гевко Б.М., Рогатынский Р.М. - Львов: Выща шк. Изд-во при Львов. Ун-те, 1989. - 174с.
4. Гевко И.Б. Анализ конструкций і розрахунок завантажувальної здатності насадок гвинтових конвеєрів // Збірник наукових праць національного аграрного університету "Механізація сільськогосподарського виробництва". Том VII. - Київ: НАУ, 2000. - С. 160 - 163.
5. Р.Л. Зенков. Механика насыпных грузов. -М.: Машиностроение, 1964. -250с.

### Аннотация

*Рассмотрены конструкции винтовых транспортно-технологических систем. Выведены зависимости для определения конструктивно-технологических параметров винтовых конвейеров и проведено сравнительный анализ их производительности. Используя данные зависимости, можно достичь максимальной производительности транспортировки винтовыми конвейерами при сохранении установленных норм выполнения технологического процесса.*

### Summary

*Constructions of the screw conveyers were analysed. Dependences for the determination of the design - technologic parameters of the screw conveyers were found. The comparative analysis of their productivity was done. Using these dependencies it is possible to reach the maximum transporting effectiveness of the screw conveyers, when the standards of the technological process are observed.*