

УДК 631.374.

© Р.С. Грудовий

Житомирський національний агроекологічний університет

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕНЕРГООЩАДНИХ КОНВЕЄРІВ**

*Приведена нова конструкція еліптичного енергоощадного гвинтового конвеєра, який забезпечує зменшення зусилля транспортування і травмування насінневого матеріалу. Суть конструкції полягає в тому, що гвинтовий робочий орган виконано циліндричної форми з рівномірно збільшеним кроком гвинта в напрямку переміщення матеріалу, а кожух - еліптичної форми в якому велика вісь співпадає з вертикаллю. Виведені аналітичні залежності для визначення конструктивних і технологічних параметрів.*

### **ГВИНТОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ЕЛІПТИЧНИЙ КОЖУХ, ЕНЕРГООЩАДНИЙ, КРОК ГВИНТА, НАСІННЄВИЙ МАТЕРІАЛ**

**Постановка проблеми.** Гвинтові конвеєри отримали широке застосування в усіх галузях народного господарства завдяки простоті конструкції, надійній герметизації, безвідмовності роботи і поєднанні різних операцій з транспортуванням. Специфіка їх роботи зумовлена різноманітністю операцій технологічних процесів, конструктивними параметрами, а також реологічними властивостями матеріалів, що транспортуються та їх номенклатурою.

Тому питання зменшення енерговитрат при транспортуванні

різних сипких матеріалів і травмування, особливо насінневого

матеріалу, є актуальним і має важливе народногосподарське

значення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значний вклад у дослідження питань взаємодії сипких матеріалів із гвинтовими робочими органами та їх проектування внесли Григор'єв А.М. [1] Омельченко О.О. [2], Гевко Б.М [3], Бойко А.І. [4] та багато інших. Однак цілий ряд питань мінімізації енерговитрат при роботі гвинтових конвеєрів (ГК) при виконанні різних операцій

транспортування, змішування, протруювання потребують подальших досліджень.

**Метою дослідження** є розроблення конструкції і обґрунтування параметрів енергоощадних гвинтових конвеєрів та зменшення травмування насінневих матеріалів, що є важливою народногосподарською проблемою.

Робота виконується згідно постанови Кабінету Міністрів України “Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоспроможною технікою на 2010...2015 роки”.

**Результати дослідження.** Питання мінімізації енерговитрат у гвинтових конвеєрах ГК є важливим з точки зору масового їх використання в усіх галузях народного господарства. Тому нами розроблено три гіпотези зменшення зусилля транспортування насінневих матеріалів та їх травмування.

Перша ідея полягає в рівномірному збільшенню міжвиткового простору ГРО в напрямку руху сипкого матеріалу за рахунок збільшення кроку між витками, а також за рахунок конічної конструкції приводного вала в якого діаметр зменшується в напрямку руху вантажу.

Друга ідея: якщо в машині, як наприклад, енергоощадному протруювачі, використовують декілька шнекових механізмів, то в кожного наступного ГРО, в порівнянні з попереднім, міжвитковий простір повинен бути більшим.

Третя ідея полягає в тому, що кожух ГК виконано еліптичної форми з вертикальним розміщенням більшої осі еліпса і можливістю регулювання величини зазору між ГРО і кожухом або встановленням кута нахилу між ними в сторону транспортування матеріалу.

У результаті досліджень встановлено, що еліпсна форма кожуха сприяє покращенню умов транспортування насінневих матеріалів і, відповідно, зменшенню зусиль змішування та травмування насіння при збільшенні зазору між ГРО і кожухом в зоні найбільшого скупчення насінневого матеріалу, або встановлення ГРО під кутом до кожуха при його переміщенні до зони виходу при заповненні конвеєра не більше 0,5...0,7 міжвиткового простору.

Енергоощадний еліптичний гвинтовий змішувач зображено на рис. 1. Поперечний переріз кожуха 1 виконано у вигляді еліпса, велика вісь якого співпадає з вертикаллю. В середину кожуха встановлено циліндричний ГРО 2, кінці вала 3 якого вмонтовані в підшипники 4, корпуси яких жорстко закріплені до торцевих

вертикальних поверхонь кожуха 1 відомим способом з двох сторін. В торцевих стінках 5 кожуха виконані наскрізні вертикальні осьові пази 6, які взаємодіють з кінцями вала 3 та мають можливість провертання і вертикального переміщення. Таке виконання кожуха забезпечує зміну величини зазору між ГРО 2 і нижньою основою кожуха, де є основне скупчення і переміщення сипких матеріалів 7, або його встановлення під кутом до кожуха.

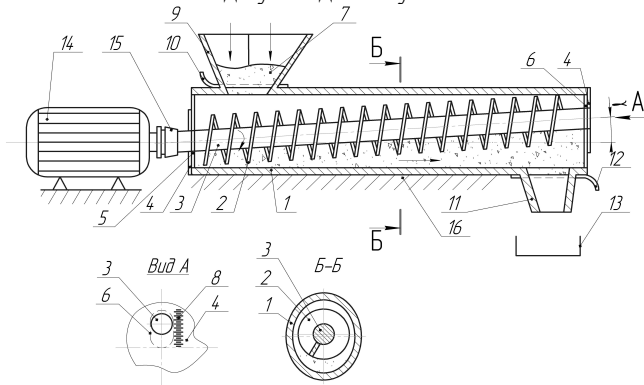


Рис. 1 - Енергоощадний еліптичний гвинтовий змішувач

Крім цього на торцях корпусів підшипників 5 і вертикальних стінках 6 кожуха 1 виконані ноніусні мітки 8, які вимірюють величину переміщення шнека у вертикальній площині для створення відповідного зазору або кута нахилу між шнеком 2 і нижньою основою кожуха. Таке взаємне виконання кожуха і шнека забезпечить зменшення зусилля переміщення насінневих матеріалів та їх травмування.

На вході кожуха 1 зверху встановлено бункер 9 з шибером 10, а на його виході внизу вивантажувальний патрубок 11 з шибером 12 під яким встановлена ємність для збирання сипких матеріалів 13.

Привід змішувача здійснюється від електродвигуна 4 через запобіжну муфту 15. Змішувач жорстко кріпиться на рамі 16.

Робота енергоощадного еліптичного гвинтового змішувача здійснюється наступним чином. Сипкі матеріали 7 засипають у бункер 9 у відповідних співвідношеннях, відкривають шибер 10 і за допомогою гвинтового робочого органу здійснюють їх змішування, змінюючи величину зазору між шнеком 2 і кожухом 1, зменшуючи зусилля змішування та травмування насіння за рахунок більш сприятливих умов.

Визначення рівномірної величини приросту кроку ГРО в напрямку переміщення сипкого матеріалу визначають виходячи з рекомендацій стандарту ГОСТ 2705-73 - "Шнеки для сільськогосподарських машин", який регламентує зовнішні діаметри в межах 60...320 мм і, відповідно, внутрішній - 20...212 мм.

Крок гвинтового конвеєра  $T$  визначається із залежності:

$$T = (0,5 \dots 1,1) \cdot D, \quad (1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр шнека.

Рівномірне збільшення міжвиткового простору ГРО в напрямку руху сипкого матеріалу за рахунок збільшення кроку між витками взаємопов'язаний із максимальним і мінімальним значенням зовнішнього діаметра ГК. Приріст кроку по його довжині визначають залежністю:

$$\Delta T = \frac{\dot{A} \max - \dot{A} \min}{n}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість витків гвинтового робочого органу.

При цьому заповнення ГРО не повинно перевищувати 0,5...0,7 його робочого об'єму. Запропонована конструкція змішувача забезпечує дотримання величини зазору у робочій зоні в межах 6...12 мм, як регламентує ГОСТ 2037-82 - "Конвейери винтовые стационарные общего назначения. Общие технические условия".

Для виготовлення гвинтових елементів робочих органів шнека доцільно використовувати високо пластичні сталі СТ3, 08КП і ОКП з коефіцієнтом видовження  $\delta \approx 33\%$  або леговані сталі марок 18Н9Т, 18Н12Т, 25Х16Г7АР з коефіцієнтом відносного видовження  $\delta_s = 40\%$ .

До переваг змішувача відноситься зменшення зусилля змішування, транспортування та травмування насіннєвого матеріалу, а також встановлення необхідного зазору між шнеком і кожухом з врахуванням умов експлуатації та його зношування.

Важливим елементом оцінювання технологічності ГК є визначення основних параметрів ГРО залежно від марки сталі з якої виготовляється гвинтова стрічка (ГС), як одна із складних просторових деталей у машинобудуванні, розмірів ГРО, технологічних, економічних, фізичних та інших. При виборі конструкції ГС, наливної чи прокатної, критеріями її оцінки є відповідно коефіцієнт нерівномірності витягування  $x$ , який визначають залежністю [5]:

$$x = \sqrt{\frac{(\pi \ddot{A}_{\bar{n}})^2 + T^2}{(\pi d_{\bar{n}})^2 + T^2}}, \quad (3)$$

де  $D_c$  і  $d_c$  – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри крайок гвинтової стрічки ГРО;  $T$  – крок витка.

Критерієм технологічності конструкції навивних ГС є її питома висота  $\epsilon$ , яку доцільно вибирати в межах 12...20 мм, яка визначається залежністю:

$$\epsilon = B / H, \quad (4)$$

де  $B$  і  $H$  – відповідно ширина і товщина витка.

Змінну плинної довжини ГС з заданими параметрами визначають із залежності:

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^4 \sqrt{T^2 + \pi^2 \left[ \ddot{A}_0^2 + (d\ddot{A}_0 / du)^2 \right]} \cdot du, \quad (5)$$

де  $D_0$  – діаметр нейтрального шару розтягнутої спіралі;  $u$  – кутовий параметр рівняння спіралі (гелікоїда).

Швидкість осьового переміщення матеріалів у ГК визначають із залежності:

$$Y_{oc} = T(W - W_e) / (2\pi), \quad (6)$$

де  $W$  і  $W_e$  – відповідно кутова швидкість потоку і кутова швидкість центра ваги потоку.

У загальному випадку продуктивність транспортування вантажів  $Q$  доцільно визначити за формулою:

$$Q = \gamma F_n V_n, \quad (7)$$

де  $\gamma$  – густина вантажу;  $F_n$  – поперечний переріз потоку вантажу;  $V_n$  – швидкість потоку.

*Для дослідження ГРО конвесрів і встановлення впливу зміни величини кроку по його довжині в напрямку руху сипких матеріалів на величину зусилля транспортування, в порівнянні з транспортуванням сипких матеріалів ГРО з постійним кроком, нами було спроектовано спеціальний стенд, який зображено на рис. 2.*

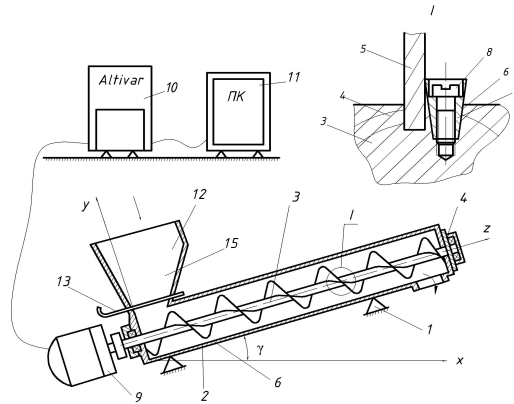


Рис. 2 - Стенд для дослідження характеристик гвинтових робочих органів

Стенд для дослідження ГРО виконано у вигляді рами 1, на яку жорстко встановлено циліндричну трубу 2, в середині якої встановлено гвинтовий робочий орган – вал 3 в якому по його довжині виконано рівномірно збільшений крок гвинтової канавки 4 шириною більшою товщини гвинтової спіралі 5 в сторону подачі сипкого матеріалу. Крім цього в тілі вала по периферії гвинтової канавки виконані конусні призматичні отвори 6 рівномірно по довжині з неробочої сторони спіралі 5. Конусні призматичні отвори перебувають у взаємодії з клинами 7, які також взаємодіють з основою спіралі по її довжині з неробочої сторони, яка жорстко закріплена до вала 3 клином 7 за допомогою гвинтів 8, які загвинчені в тіло вала перпендикулярно до його поверхні по центру клинів.

При цьому вал транспортера з'єднаний із валом електродвигуна 9, живлення якого здійснюється від генератора-перетворювача частот 10 відомої конструкції, показники з якого реєструються за допомогою персонального комп'ютера 11, що дозволяє визначити витрати електроенергії, які будуть змінюватись в залежності від зусилля транспортування.

Гвинтову канавку 4 з рівномірно збільшеним кроком доцільно виготовляти на токарному чи вертикально-фрезерному верстаті з числовим програмним керуванням.

### **Висновки**

1. Розроблена нова конструкція енергоощадного еліптичного гвинтового конвеєра з розширеними технологічними

можливостями, яка забезпечує зменшення енерговитрат на 8...15% при коефіцієнті завантаження гвинтового робочого органа на 0,5...0,7%.

2. Виведені аналітичні залежності для визначення конструктивних і технологічних параметрів еліптичних гвинтових конвеєрів, які можуть застосовуватись при транспортуванні насінневих матеріалів та запобігати їх травмуванню при протруюванні.

#### Література

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / А.М. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
2. Омельченко А.А., Ткач Б.Д. Справочник по механизации птицеводческих и животноводческих ферм и комплексов. – К.: Урожай, 1982. – 271с.
3. Гевко Б.М. та інші. Механізми з гвинтовими пристроями. Львів. Видавництво “Світ”, 1993. – 205 с.
4. Бойко А.І., Куликівський В.Л. Дослідження контактної взаємодії зерна в зазорі “виток кожух” шнекових живильників зерноочисних машин. Науковий вісник НУБ і ПУ. – К.: Ред.вид.відділ НУБ і ПУ 2011. – Вип.166: Техніка та енергетика. АПК. – Ч.1. – с. 267–274.

*Рецензент д.т.н., проф. І.Г. Грабар*