

1. Обладнання кормороздавачів такими пристроями дозволить підвищити продуктивність в 1.8...2 рази при завантажуванні бункера, а значить зменшити час завантаження відповідно.

2. Використання запропонованого пристосування може забезпечити зменшення енергоємності в 1.2... 1.4 раза.

3. Простота конструкції і можливість застосування на різних моделях мобільних кормороздавачів має реальні перспективи масового їх застосування на приватних свинофермах.

Список літератури

1. Гаврилук О.М. Оптимізація конструкцій мобільних кормороздавачів для невеликих свиноферм.// Вісник аграрної науки. - 2001. № 7. - С.67-68.

2. Артоболовський Й.Й., Бобровницький Ю.И., Генкин М.Д. Введение в акустическую динамику машин. - М.: Наука, 1975. - 414с.

3. Ярошенко В. Ф., Гаврилук О.М., Сокур О.В. Кормороздавач для невеликих свиноферм - Декларативний патент України 38955 А, кл. А 01 К 5/00. Пріоритет 15.05.2001р. БЮЛ № 4.

4. Погорельий Л.В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин. - Киев: Техника, 1981. - 176с.

Предложено конструкцию приспособления для самозагрузки мобильных кормораздатчиков. Теоретически и экспериментально доказано целесообразность и преимущество такого конструктивного решения.

Contraction of apparatus for selfloading of mobil foderdistributer is offerend. Expediency and aduantage of touch contractive dision is prueud teoretical and experimentally.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВОГО ОЧИСНИКА ЗІ ЗМІЩЕНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

І.Б.ГЕВКО, Н.Є.ВИВЮРКА

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

Наведена методика оптимізації конструктивних і технологічних параметрів шнекового очисника коренеплодів циліндричного поперечного перерізу зі зміщеною віссю обертання при шести обмеженнях. Виведені аналітичні залежності для визначення оптимальних параметрів діаметрів, кроку, висоти рифа і кінематики.

Проблема підвищення технологічного рівня бурякозбиральних машин, основними критеріями оцінки яких є відношення втрат, забрудненості та пошкодження коренеплодів цукрових буряків до їх зібраної маси, залишається особливо актуальним в плані подальшого розвитку вітчизняної коренезбиральної техніки.

© І.Б.Гевко, Н.Є.Вивюрка, 2003

Конструктивна та технологічна недосконалість робочих органів машин, недостатня обґрунтованість підбору їх параметрів і взаємозв'язку між собою в значній мірі знижує техніко-економічні показники вітчизняних коренезбиральних машин, в той час як переважна більшість зарубіжних машин не пристосована до складних умов збирання коренеглодів в Україні.

З метою інтенсифікації даного процесу пропонується проведення оптимізації конструктивних параметрів гвинтової транспортно-очисної системи за умови введення ряду конструктивних і технологічних обмежень.

При оптимізації шнекового очисника зі зміщеною віссю обертання за матеріаломісткістю або собівартістю виготовлення, в зв'язку із однотипністю очисних елементів доцільно знаходити мінімум функції мети тільки для одного (чи пари) елементів.

В загальному випадку функція мети для всього агрегату буде мати вигляд:

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_n, \quad (1)$$

де f_1, f_2, \dots, f_n - відповідно функції мети для кожного очисного елемента.

Для окремо взятого конкретного елемента функцію мети можна представити у наступному вигляді;

$$f_i = a_1 V_1 + a_2 V_2, \quad (2)$$

де a_1, a_2 - відповідно коефіцієнти густини деталей по масі; V_1, V_2 - їхні об'єми. Тут 1 - це вал очисного елемента, 2 - шнек, розміщений на ньому.

Отже

$$V_1 = \pi \cdot h(d - h), \quad (3)$$

де d - зовнішній діаметр порожнистого вала; h - товщина стінки вала.

$$V_2 = \left(H \frac{(D - d)}{2\beta T} \right) \sqrt{(\pi D_0)^2 + T^2} - S, \quad (4)$$

де D - зовнішній діаметр спіралі; T - крок спіралі; β - коефіцієнт усадки смуги при формуванні спіралі; S - відстань між спіралями; D_0 - діаметр нейтрального перерізу розтягнутої спіралі:

$$D_0 = \frac{D + \sqrt{\phi d}}{\sqrt{\phi + 1}}, \quad (5)$$

де ϕ - коефіцієнт нерівномірності витяжки.

Тому

$$f_i = a_1 \pi h(d - h) + a_2 \left(\frac{H(D - d)}{2\beta T} \sqrt{\left(\frac{\pi(D + \sqrt{\phi d})}{\sqrt{\phi + 1}} \right)^2 + T^2} - S \right), \quad (6)$$

На зміну варіюючих параметрів очисного елемента накладаються наступні конструктивні, технологічні та експлуатаційні обмеження:

1. пропускна здатність очисника (продуктивність):

$$f_1 = Q_m - B_o R_{cp} \omega q = Q_m - B_o \frac{(R+r)}{2} \omega q \leq 0, \quad (7)$$

де $B_o = L$ - ширина робочого русла очисника (довжина шнека),

R_{cp} - усереднений радіус шнека, ω - кутова швидкість шнека, q - маса коренеплодів в один шар.

2. Відсутність витрат коренеплодів за умови мінімальної міжосьової відстані між очисними елементами:

$$f_2 = -a_{\min} + 2R + S + e \leq 0, \quad (8)$$

де e - ексцентриситет вала шнека.

3. Умова непошкодження коренеплодів і сепарації при максимальній амплітуді осциляції коренеплода:

$$f_3 = -A_{\max} + \frac{2\delta_k((R+e)+r_{cp})}{2R+S+e} \leq 0, \quad (9)$$

де δ_k - умовне стискання коренеплода; r_{cp} - його усереднений радіус.

4. Умова формування спіралі із смугової заготовки:

$$f_4 = -d + D\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2} / \pi\phi_d \leq 0, \quad (10)$$

де ϕ_d - допоміжний коефіцієнт нерівномірності витяжки.

5. Стійкість смуги при навиванні:

$$f_5 = D - d - 2H / \delta \leq 0, \quad (11)$$

де δ - допустима питома товщина заготовки.

6. Мінімальна кількість витків у заготовці:

$$f_6 = n_{\min} - \frac{L_{заз} - \Delta L_{заз}}{\pi\sqrt{(r+B)r}}, \quad (12)$$

де $L_{заз}$ - довжина смуги; $\Delta L_{заз}$ - довжина смуги на обрізку; r - внутрішній радіус навивання; B - ширина смуги.

За незалежні змінні параметри при оптимізації приймаємо наступні позначення:

$$x_1 = D, x_2 = d, x_3 = S, x_4 = H; \quad (13)$$

$$f_i = a_1 \pi h (x_2 - h) + a_2 \left((x_4 (x_1 - x_2) / 2 \beta T) \sqrt{(\pi(x_1 + \sqrt{\phi x_2})) / (\sqrt{\phi} + 1))^2 + T^2} - x_3 \right). \quad (14)$$

Відповідно функції обмеження будуть:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= Q_m - \frac{C_1}{4}(x_1 + x_2) \leq 0, \\
 f_2 &= x_1 + x_3 + C_2 \leq 0, \\
 f_3 &= -A_{\max} + \frac{2\delta(x_1 + 2C_3)}{x_1 + x_3 + e} \leq 0, \\
 f_4 &= -x_2 + x_1 C_4 \leq 0, \\
 f_5 &= x_1 - x_2 - x_4 C_5 \leq 0, \\
 f_6 &= n_{\min} - \frac{C_6}{\sqrt{\frac{(x_2 + B)x_2}{2}}},
 \end{aligned} \tag{15}$$

де $C_1 = B_0 \omega q$, $C_2 = e - a_{\min}$, $C_3 = e + r_{cp}$,

$$C_4 = \frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d}, \quad C_5 = \frac{2}{\delta}, \quad C_6 = \frac{L_{заг} - \Delta L_{заг}}{\pi}.$$

Використовуючи метод множників Лагранжа, при якому

$$\varphi(x, u) = f_0 + \sum_{i=1}^5 u_i f_i, \quad u_i \geq 0, \quad \text{та застосовуючи умови Куна-Таккера,}$$

мінімізуємо функцію мети при $\frac{\partial \varphi(x, u)}{\partial x_i} = 0$ та $u_i f_i = 0$.

Визначаємо часткові похідні функції мети:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial F}{\partial x_1} &= \frac{a_2 x_4}{2\beta T} \sqrt{\left(\pi(x_1 + \sqrt{\phi} x_2) / (\sqrt{\phi} + 1)\right)^2 + T^2} + \\
 &+ \frac{a_2 \pi}{4\beta T (\sqrt{\phi} + 1)^2} \left((x_4(x_1 - x_2)) \left(\pi(x_1 + \sqrt{\phi} x_2) / (\sqrt{\phi} + 1)\right)^2 + T^2 \right)^{\frac{1}{2}}; \\
 \frac{\partial F}{\partial x_1} &= a_1 \pi h + a_2 \left(\frac{x_4}{2\beta T} \sqrt{\left(\pi(x_1 + \sqrt{\phi} x_2) / (\sqrt{\phi} + 1)\right)^2 + T^2} + \right. \\
 &\left. + \frac{\pi \sqrt{\phi}}{4\beta T (\sqrt{\phi} + 1)^2} \left((x_4(x_1 - x_2)) \left(\pi(x_1 + \sqrt{\phi} x_2) / (\sqrt{\phi} + 1)\right)^2 + T^2 \right) \right) \tag{16}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_3} = -a_2;$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_4} = a_2 \frac{(x_1 - x_2) \sqrt{(\pi(x_1 + \sqrt{\phi}x_2)) / (\sqrt{\phi} + 1))^2 + T^2}}{2\beta T}$$

Визначаємо часткові похідні функції Лагранжа:

$$\partial \varphi(x, u) / \partial x_1 = \frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{C_1 u_1}{4} + u_2 + \frac{2\delta(x_1 + x_3 + e) + 1}{(x_1 + x_3 + e)^2} u^3 + C_4 u_4 + u_5 = 0;$$

$$\partial \varphi(x, u) / \partial x_2 = \frac{\partial f}{\partial x_2} - \frac{C_1 u_1}{4} - u_4 - u_5 - \frac{2C_6(2x_2 + B)}{\sqrt{x_2(x_2 + B)}} u_6 = 0; \quad (17)$$

$$\partial \varphi(x, u) / \partial x_3 = \frac{\partial f}{\partial x_3} + u_2 - \delta u_3 (x_1 + 2C_3) \frac{1}{x_3^2} = 0;$$

$$\partial \varphi(x, u) / \partial x_4 = \frac{\partial f}{\partial x_4} - C_5 u_5 = 0.$$

Використовуючи можливі розв'язки, що задовільняють умовам Куна-Таккера і можуть мати місце при розв'язку загальної задачі оптимізації в залежності від вихідних даних, отримаємо наступні системи рівнянь.

1. Знаходимо величини D і d із наступної системи рівнянь, враховуючи обмеження 1 і 4:

$$\begin{cases} f_1 = 0 \\ f_4 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} Q_m - C_1/4 (x_1 + x_2) = 0 \\ -x_2 + x_1 C_4 = 0 \end{cases} \quad (18)$$

Розв'язуючи систему рівнянь, отримаємо:

$$x_1 = D = \frac{4Q_m}{B_0 \omega q \left(\frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d} + 1 \right)}, \quad x_2 = d = \frac{4Q_m \frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d}}{B_0 \omega q \left(\frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d} + 1 \right)} \quad (19)$$

2. Для знаходження наступних параметрів S і H скористаємося наступними обмеженнями 2, 3 і 5:

$$x_3 = S = \frac{A_{\max} a_{\min}}{2\delta} - a_{\min} - e - r_{cp}; \quad (20)$$

$$x_4 = H = \delta \left(\frac{4Q_m \frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d}}{2B_0 \omega q \left(\frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d} + 1 \right)} - \frac{4Q_m \frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d}}{2B_0 \omega q \left(\frac{\sqrt{\pi^2 + 1 - \phi_d^2}}{\pi \phi_d} + 1 \right)} \right) \quad (21)$$

За допомогою отриманих залежностей можна з достатньою точністю обчислити значення шуканих параметрів.

При оптимізації шнекових очисників, коли їх можна виготовити різними способами, економічнішим може бути більш матеріаломісткий проект. Тому в таких випадках доцільно впровадити всесторонній аналіз і вибирати прийнятні варіанти конструкцій і технологій.

Поza межі оптимізації винесено ряд додаткових параметрів, визначення яких раніше обґрунтовані і не входить в область оптимізації. До таких параметрів відноситься величина ексцентриситета, маса і місце встановлення противаг для очисника для усунення дисбалансу, а також міцнісні параметри конструкції.

Список літератури

1. Транспортно-очисний пристрій коренеплодів. Патент України №40286А. Гевко І.Б., Вивюрка Н.Є. Бюл. №6, 2001.
2. Бойко И.В, Бублик Б.Н., Зицько П.Н. Методы и алгоритмы решений задач оптимизации. К.: 1983.

Приведена методика оптимизации конструктивных и технологических параметров шнекового очистителя коренеплодов цилиндрического поперечного сечения со смещенной осью вращения при шести ограничениях. Выведены аналитические зависимости для определения оптимальных параметров: диаметра, шага, высоты рифа и кинематики.

The technique of optimization of constructive and technological parameters of separator screw conveyor from the cyclic cross-section with displaced axis of rotation under six restrictions is substantiated. The analytical dependences to determine the optimum parameters of diameters, steps, height of riffle and kinematics are developed.

УДК 621.87

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

І.Б.ГЕВКО, О.Я.ГУРИК, В.Б.ЛЕВЕНЕЦЬ

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

Виведено теоретичні залежності для визначення якості змішування сипких матеріалів під час транспортування їх за допомогою шнекового механізму з зазором між гвинтовою спіраллю та валом шнека. Наведено результати теоретичних розрахунків та експериментального дослідження впливу параметрів шнекового механізму на якість перемішування сипких матеріалів.

Під час транспортування сипких вантажів за допомогою шнека відбувається інтенсивне перемішування складників суміші, що дає можливість використати шнек як один із найбільш ефективних засобів для перемішування сипких сумішей.

© І.Б.Гевко, О.Я.Гурик, В.Б.Левенець, 2003