

УДК 631.530

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВІДДІЛЕННЯ КАЧАНІВ
КУКУРУДЗИ НА ПІККЕРНО-СТРИППЕРНИХ АПАРАТАХ

О.В.Гольдшмідт,
О.В.Бондаренко

Аналіз відомих конструктивно-технологічних параметрів качановідокремлювальних апаратів показав, що використовувані у світовій практиці пристрой давно застаріли і в даний час не відповідають сучасному рівню агротехнічних вимог, прийнятих у вітчизняному виробництві збирання кукурудзи на зерно.

Низький технічний рівень раніше розроблювальних і досліджених у ході пошуко-вих експериментів різних конструктивних схем качановідокремлювальних апаратів, можна пояснити недостатнім теоретичним обґрунтуванням особливостей технологічного процесу відділення качанів стриперними пластинами при протяганні стебел кукурудзи пікерними валцями.

Розглянемо динаміку руху качана на передатній ділянці "протягання — плодовідокремлення" (рис.1). При виході з зони орієнтації стебла качан не може рухатися по довільній траєкторії, оскільки він зв'язаний зі стеблом. Качан рухається під дією сили натягу Q , створюваною швидкістю протягання стебла V_{pr} , затисненого між валцями.

Крім того, центр мас качана відхиленій на довільний кут Φ_0 , що зв'язано з різними фізико-механічними характеристиками культури і динамікою зміни цих характеристик у залежності від термінів збирання.

У цьому складному русі (переносному навколо центра O і відносному уздовж стебла) він здобуває дотичне прискорення \bar{W}_t , нормальну \bar{W}_n , а також прискорення Коріоліса \bar{W}_k [1].

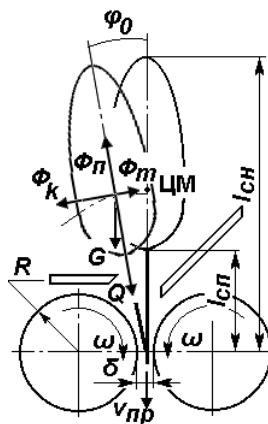


Рис. 1. Рух качана на передавальній дільниці

Для умови миттєвої рівноваги за принципом Д'Аламбера маємо [2]:

$$\bar{Q} + \bar{G} + \bar{\Phi}_n + \bar{\Phi}_\tau + \bar{\Phi}_k = 0, \quad (1)$$

де \bar{Q} — реакція натягу плодоніжки;

\bar{G} — сила ваги качана;

$\bar{\Phi}_n$ — нормальна сила інерції;

$\bar{\Phi}_\tau$ — дотична сила інерції;

$\bar{\Phi}_k$ — переносна сила інерції Коріоліса.

У такий спосіб натяг стебла для будь-якого миттєвого часу є функцією від кутової швидкості качана ω_n , довжини стебла l_{cn} і кута відхилення Φ_0 , для визначення яких досліджуємо наступну модель руху плоду на ділянці S .

Початкова довжина стебла l_{ch} , що протягається зі швидкістю протягання V_{np} , змінюється і визначиться вираженням при $\eta=0$:

$$l_{cn} = l_{ch} - v_{np} \cdot t, \quad (2)$$

де t — миттєве значення часу протягування, с.

Головний момент зовнішніх сил M_0 є моментом сили ваги щодо центра 0 і він дорівнює

$$M_0 = G \cdot l_{cn} \cdot \cos \Phi_0. \quad (3)$$

Після перетворення рівнянь одержуємо:

$$\begin{aligned} \frac{G}{g} \frac{d(l_{cn}^2)}{dt} \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} + \frac{G}{g} l_{cn}^2 \cdot \frac{d^2\Phi_0}{dt^2} &= G l_{cn} \cos \Phi_0. \\ 2l_{cn} \frac{dl_{cn}}{dt} \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} + l_{cn}^2 \cdot \frac{d^2\Phi_0}{dt^2} &= g l_{cn} \cos \Phi_0. \\ l_{cn} \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} + 2 \frac{dl_{cn}}{dt} \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} - g \cos \Phi_0 &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Введемо безрозмірний аргумент $\tau = t/t_0$, фізичний зміст якого — частка миттєвого значення часу t від фіксованого загального часу t_0 .

Використовуючи перетворення τ для вищезгаданого рівняння одержимо:

$$(1 - \tau) \frac{d^2\Phi_0}{d\tau^2} - 2 \frac{d\Phi_0}{d\tau} - \frac{gt_0}{v_{np}} \cos \Phi_0 = 0. \quad (5)$$

Однак, це диференціальне рівняння відноситься до розряду спеціальних функцій і в загальному виді воно не інтегрується в квадратурах і тому вирішуємо його чисельним інтегруванням [3].

На підставі аналізу кінограм качановідоцримлення нами, розглянуті найбільш характерні чотири варіанти технологічного процесу.

За принципом Д'Аламбера умова рівноваги качана буде:

$$\bar{Q} + \bar{G} + \bar{\Phi}_n + \bar{\Phi}_\tau = 0, \quad (6)$$

де \bar{Q} — реакція натягу плодоніжки;

\bar{G} — сила ваги качана

$\bar{\Phi}_n$, $\bar{\Phi}_\tau$ — нормальні і дотичні сили інерції.

При цьому

$$\Phi_n = \frac{G}{g} \omega^2 r_n, \quad \Phi_\tau = \frac{G}{g} r_n \frac{d\omega}{dt}.$$

Проектуючи сили на напрямок одержимо:

$$Q - \Phi_n - G \sin \alpha_0 = 0, \quad (7)$$

Звідси

$$Q = \Phi_n + G \sin \alpha_0 = \frac{G}{g} \omega^2 r_n + G \sin \alpha_0. \quad (8)$$

Підставимо значення ω (8), тоді

$$Q = 3G \sin \alpha_0, \quad \text{а } Q_{max} = 3G \text{ при } \alpha_0 = \frac{\pi}{2}. \quad (9)$$

З останнього рівняння видно, що при русі качана на ділянці S до його контакту з робочою зоною стріпнерної пластини, зусилля, що виникає в плодоніжці недостатньо для його відриву, оскільки вага качана більш ніж у 10 разів менша зусилля відриву $P_{раз}$ плодоніжки.

Якщо довжина ділянки S і маса качана позначаться такими, що качан устигне зайняти горизонтальне положення, а кут нахилу стріпнерної пластини α_0 щодо горизонту буде $\pi/2$, то відбудеться центральний удар качана по стріпнерній пластині.

Перед ударом лінійна відносна швидкість центру мас качана v_r дорівнює:

$$v_r = \omega r_n = \sqrt{\frac{2g}{r_n} \sin \alpha_0} \cdot r_n = \sqrt{2gr_n \sin \alpha_0}. \quad (10)$$

Її максимальне значення буде при $\alpha_0 = \rho/2$

$$v_r^{\max} = \sqrt{2gr_n}.$$

Абсолютна швидкість качана перед ударом:

$$v_a = v_{n\rho} + v_r^{\max} = v_{n\rho} + \sqrt{2gr_n}. \quad (11)$$

Кількість руху качана до удару і після нього виразимо через модулі векторів кількостей руху ΔO_1 і ΔO_2

$$K_1 = \frac{G}{g} v_a = \frac{G}{g} \left(v_{n\rho} + \sqrt{2gr_n} \right). \quad (12)$$

$$K_2 = \frac{G}{g} v_{n\rho} \sin \Phi_0, \quad (13)$$

де Φ_0 — кут повороту плодоніжки в момент удару, град.

Висновки

1. Теоретичний аналіз протягання стебла пікерними валыцями в режимі сталого руху дав можливість розрахувати необхідні зусилля протягання і підтискання валыців при якому мінімізується порушення виконання технологічного процесу.

2. При теоретичному дослідженні процесу взаємодії качана зі стріпнерними пластинами качановідокремлювального апарату визначені чотири основних варіанти відриву качана від плодоніжки, що дозволило зробити висновок про доцільність установки однієї зі стріпнерних пластин під кутом.

3. В результаті теоретичних досліджень виявлено недостатність інформації про ряд механіко-технологічних властивостей рослин і качанів кукурудзи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гольдшмідт О.В. Изыскание, разработка и создание очистного механизма для доработки вороха сладкого перца, убранного механизированным способом: дис. канд. техн. наук 05.20.01. – Воронеж, 1989.- 194с.

2. Сахарный Н.Ф. Курс теоретической метеаики. –М.: Высшая школа, 1964. –844с.

3. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1978. – 803с.