

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВІД РОЗРИХЛЮВАЧА- ВИРІВНЮВАЧА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Проведено аналітичні дослідження з визначення потужності, що витрачається на подрібнення твердих грудкових утворень, за допомогою розрихлювача-вирівнювача у картоплезбиральній машині. Дослідження засновані на визначенні зусилля, що витрачається на подрібнення грудок.

Постановка проблеми. Основною проблемою при технологічному процесі сепарації картопляного вороху в більшості картоплезбиральних машин є наявність у воросі твердих грудкових утворень, що значно ускладнюють даний технологічний процес.

На суглинкових ґрунтах при зниженні вологості підкопаний бульбоносний шар розпадається на грудки, частина яких мають розміри однакові з розмірами бульб. Такі грудки не можуть бути відділені від бульб на сепаруючих робочих органах просіюючого типу. Велика міцність грудок і схильність бульб картоплі до

пошкоджень створюють значні труднощі при вирішенні проблеми їх розділення [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Роботи з вирішення цієї проблеми ведуться в двох напрямках: руйнування грудок до розмірів, що дозволяють просіювати їх на сепаруючих поверхнях та розділення грудок і бульб за фізико-механічними властивостями. [2].

В [3] було запропоновано використати розрихлювач-вирівнювач для руйнування твердих грудкових утворень та розподілення маси вороху рівномірно за шириною елеватора (рис.1). Встановлення розрихлювача запропоновано здійснити на початку технологічного процесу сепарації, де найменше відчутний удар робочих органів по бульбах картоплі.

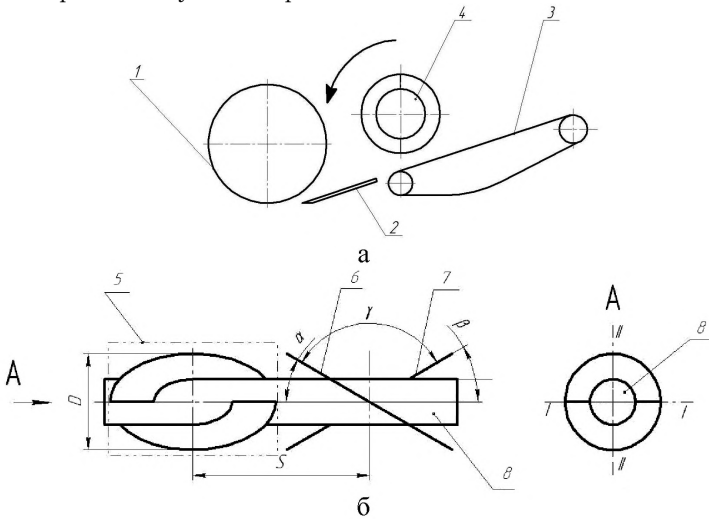


Рис. 1. Схема розрихлювача-вирівнювача картоплезбиральної машини: а - схема встановлення розрихлювача-вирівнювача; б - схема робочих органів розрихлювача-вирівнювача; 1 - опорне колесо, 2 - підкопуючий леміш, 3 - прутковий елеватор, 4 - розрихлювач-вирівнювач, 5 - розрихлюючий елемент, 6,7 - півдиски розрихлюючого елемента, 8 - барабан

При руйнуванні грудок, основними способами є: розколювання, роздавлювання, злом, стирання та удар [4]. Враховуючи дослідження багатьох вчених можна зробити висновок, що удар є найбільш ефективним методом, оскільки зберігає на передає матеріалу, що руйнується велику частину кінематичної енергії.

Кожному із способів подрібнення відповідає своя фізична модель руйнування грудки і відповідаючий їй математичний опис. При використанні способів роздавлювання та розколювання доцільно використовувати гіпотезу Кірпічова (1874 р.) [5], а для способу стирання - гіпотезу Рітгінгера (1967 р.) [5].

При використанні розрихлювача [3] необхідно поєднати обидві гіпотези, оскільки конструкція робочих органів використовує при роботі телеметри декількох способів руйнування твердих грудкових утворень.

Мета досліджень. Метою досліджень є створення математичної моделі для визначення потужності на привід розрихлювача-вирівнювача, враховуючи ступінь подрібнення грудок на енергії необхідної для здійснення даного процесу.

Результати досліджень. Потужність на привід розрихлювача-вирівнювача можна визначити із залежності:

$$N_p = M_p \omega, \quad (1)$$

де M_p - крутний момент на валу розрихлювача, Н·м; ω - кутова швидкість обертання робочого органу, с⁻¹.

Оскільки $M_p = rP_p$, і $\omega = n p / 30$, тоді потужність становитиме:

$$N_p = P_p \cdot r \cdot n p / 30, \quad (2)$$

де P_p - зусилля на лопаті, Н.

Для визначення зусилля на лопаті розрихлювача-вирівнювача скористаємось теорією А.М. Панченка [6], згідно якої зусилля робочого органу, що здійснює роботу в ґрунті, визначається трьома складовими частинами:

- зусилля різання від сил тертя та тиску на ґрунті на поверхню, E ;
- зусилля різання від затушення лопаті, $P_{зат}$;
- зусилля, враховує вплив швидкості різання, P_v .

Для обґрунтування сили E слід визначити кут сколювання шару вороху. Для цього скористаємось теорією Кулона [6], згідно з якою кут сколювання набуває значення, при якому сила тиску на поверхню лопаті є максимальною (рис.2.).

де G - вага об'єму вороху, обмеженого трикутником ADB, Н.

З рівняння (1) системи (3):

$$= \frac{E \sin(\alpha_p - \alpha_c - j)}{\sin(y \cdot j_2)}$$

Підставивши одержане значення в рівняння (2) системи (3) одержимо:

$$\frac{E \sin(\alpha_n - \alpha_r - j)}{\sin(y \cdot j)} \cos(y \cdot j) + E \cos(\alpha' - \alpha_r - j) \cdot G = 0,$$

Звідки:

$$E = \frac{G}{\frac{\sin(\alpha_p - \alpha_c - j)}{\sin(y \cdot j)} + \cos(\alpha' - \alpha_c - j)}. \quad (4)$$

Величина G визначається за формулою:

$$G = \sim \frac{1}{2} b^2 \sin^2 \alpha \cdot g \cdot g \cdot (g(y - \alpha_c) + g^{\alpha p}). \quad (5)$$

Таким чином, величина

$$= I \frac{\frac{1}{2} b^2 \sin^2 \alpha \cdot g \cdot g \cdot (tg(y - \alpha_c) + g^{\alpha p})}{\frac{\sin(\alpha_p - \alpha_c - j)}{\sin(y \cdot j)} + \cos(\alpha - \alpha_c - j)}$$

Значення кута y визначається з умови, $E \text{ @ } \max$.

Для визначення максимального значення E обчислюємо його похідну, прирівнюємо її до нуля і обчислюємо відповідне значення кута y .

$$E = \frac{tg^{\alpha} \cdot g^{\alpha} \cdot (g(y - \alpha_c) + g^{\alpha p})}{2 \sin(\alpha_p - \alpha_c - j)} + \frac{1}{\frac{\sin(\alpha_p - \alpha_c - j)}{\sin(y \cdot j)} + \cos(\alpha - \alpha_c - j)}$$

$$+ \frac{1}{2} g^2 \cdot g \cdot (tg(y - \alpha_c) + g^{\alpha}) \cdot \frac{\sin(\alpha_p - \alpha_c - j)}{\sin(y \cdot j)} + tg(y - \alpha_c) = 0.$$

Розв'язавши одержане рівняння відносно y , одержимо:

$$W_{Yc} = a_r + \arctg \frac{2B + 2A + 2JB + AB + A^2B + AB^2 \operatorname{tg} \alpha + A^2B^2 + A^2B \operatorname{tg} \alpha - B \operatorname{tg} \alpha (A^2 + 1)}{2(AB - 1)}, \quad (7)$$

$$\text{де } A = \operatorname{tg}(\alpha_c \cdot j) \quad , B = \operatorname{tg}(\alpha_c + j \cdot \alpha_p) \quad .$$

Як бачимо, кут сколювання ґрунту залежить від кута нахилу сепаратора α_c , кута різання α_p , а також внутрішнього j_2 та зовнішнього j_1 кутів тертя вороху.

Складова зусилля різання від затуплення лопаті визначається за формулою:

$$P = K'(Z + \operatorname{tg} j_1 \cdot X) \cdot b_s, \quad (8)$$

де K' - гранична несуча здатність ґрунту, кН/м²;

X, Z - величини спрацювання лопаті, м.

Додаткове зусилля різання, що враховує вплив швидкості різання, визначаємо за формулою Ю.А. Ветрова:

$$P_v = \frac{9,81 \cdot b_n \cdot a_n \cdot g \cdot \sin \alpha_n \cdot \cos \theta}{g \cdot \sin(\alpha_n + \theta)} \cdot V^2, \quad (9)$$

де V - швидкість різання, м/с; θ - задній кут різання, рад.

Висновки. Отримано математичну модель, що дозволяє визначити зусилля на робочих органах та потужність необхідну для протікання процесу сепарації картопляного вороху за допомогою розрихлювача-вирівнювача з еліпсоподібними робочими органами. З'ясовано основні складові зусилля, що впливають на збільшення потужності на привід розрихлювача-вирівнювача.

Література

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
2. Бекетов П.В. Снижение потерь картофеля и овощей при уборке и хранении. - М.: Россельхозиздат, 1986. - 220 с.
3. Патент на корисну модель №11875 «Сепарующий пристрій картоплебиральної машини» від 29.10.2007 р. - Державний вищий навчальний заклад «Державний агроекологічний університет».

4. Конструирование и расчет машин химических производств / Ю.И. Гусев, И.Н. Карасев, Э.Э. Кльоман-Иванов и др. М.: Машиностроение, 1985. - 408 с.

5. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки: Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. - 320 с.

6. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / Днепропетр. гос. агр. ун-т. - Днепропетровск, 1999. - 140 с.

Рецензент д.т.н., проф. 1.Г. Грабар