

УДК 631.35:633.02
© 2013

А.М. Борис

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

** Науковий керівник —
академік НААН
В.М. Булгаков*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОПІРНО-РОТОРНОГО ВІДОКРЕМЛЮВАЧА ГИЧКИ З ГОЛОВКОЮ КОРЕНЕПЛОДУ*

Подано нову математичну модель взаємодії нового відокремлювача гички з головкою коренеплоду, яка здійснюється завдяки використанню відцентрової сили інерції. Застосування методу перетворення координат дало змогу отримати кінцеву залежність контактної зусилля за взаємодії кінематично зв'язаної просторової системи робочих елементів з головкою коренеплоду. Отримано нову модель процесу відокремлення гички копірним відокремлювачем, що дасть змогу виконати дослідження якості та продуктивності згаданого процесу.

Ключові слова: математична модель, гичка, коренеплід, головка коренеплоду, робочий елемент, система робочих елементів, точка контакту, силова взаємодія.

Високоякісне збирання гички буряку цукрового залишається актуальним завданням галузі буряківництва. Очищення головок коренеплодів від залишків гички на корені є важливою операцією технологічного процесу збирання цукрових буряків. Незначна кількість залишків гички на головках коренеплодів перед їх збиранням значно погіршує якісні показники, що загалом може знизити якість продукції на 10–15%. Тому відокремлення гички з головок коренеплодів є актуальним науково-технічним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням теоретичних та експериментальних досліджень відокремлення гички з головок коренеплодів присвячені численні праці П.М. Василенка, В.М. Булгакова, Л.В. Погорілого, П.В. Савича, М.В. Татьяна [1–4].

Мета досліджень — аналітичне визначення зусиль, які виникають в точці контакту системи робочих елементів відокремлювача гички з головкою коренеплоду.

Результати досліджень. Для визначення зусиль, що виникають за взаємодії системи робочих елементів з головкою коренеплоду, нами передусім була побудована еквівалентна схема (рис. 1), на якій система робочих елементів за обертального руху, а також поступального переміщення контактує з головкою коренеплоду.

Для визначення впливу системи робочих елементів на стійкість коренеплоду в ґрунті

розглядався випадок, коли з вершиною головки коренеплоду взаємодіє система, що складається з двох робочих елементів.

Для визначення впливу вільних елементів системи на попередній елемент, який взаємодіє з головкою коренеплоду, необхідно було визначити нормальні реакції від взаємодії поверхонь упорів суміжних елементів. Для цього був використаний принцип звільнення від в'язі, а дія попереднього елемента була замінена відповідною реакцією.

Після цього для всіх елементів системи складалися диференціальні рівняння їх обертального руху, звідки були визначені нормальні ре-

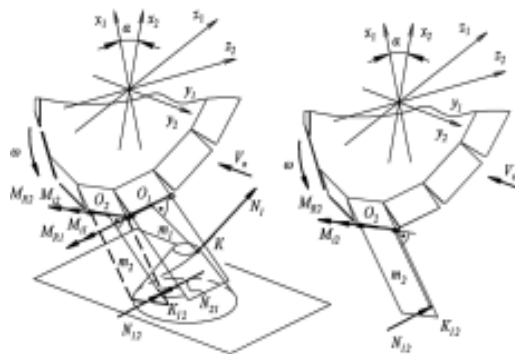


Рис. 1. Еквівалентна схема взаємодії системи робочих елементів з головкою коренеплоду

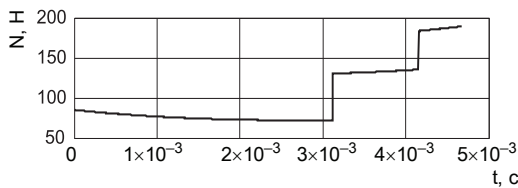


Рис. 2. Залежність нормальної реакції системи елементів на головку коренеплоду від часу

акції від взаємодії робочих елементів у кожній із точок контакту між ними. Вираз для визначення нормальної реакції взаємодії суміжних елементів має вигляд:

$$N_{ii} = \frac{J\ddot{\varphi}_i + M_{Ri}}{\sqrt{x_{ki}^2 + y_{ki}^2}}, \quad (1)$$

де $\ddot{\varphi}_i$ — кутова швидкість відповідного i -того елемента; M_{Ri} — момент відцентрових сил інерції, зумовлених обертотним рухом ротора; x_{ki} та y_{ki} — координати точок взаємодії робочих елементів між собою.

Оскільки отримане значення нормальної реакції за виразом (1) справедливе тільки для відносних систем координат відповідних їм ро-

бочих елементів, то для використання їх в системі координат попереднього робочого елемента застосовувалися формули перетворення координат [6]. У результаті застосування формул перетворення координат значення нормальної реакції від дії наступного робочого елемента на попередній матиме вигляд:

$$N_{21}^{x_1y_1} = N_{21} \sqrt{\sin^2 \varphi_2 \cos^2 \alpha + \cos^2 \varphi_2}, \quad (2)$$

де N_{21} — нормальна реакція від дії наступного робочого елемента на попередній, який рухається по головці коренеплоду в системі координат попереднього елемента; α — конструктивний кут між суміжними робочими елементами системи, які розміщені на периферії маточини ротора.

Для знаходження нормальної реакції контактального робочого елемента з головою коренеплоду від дії системи k робочих елементів необхідно скласти k -рівнянь динамічної рівноваги робочих елементів, що контактують між собою. Наприклад, залежність сумарної нормальної реакції коренеплоду на систему, яка складається із двох елементів, має вигляд:

$$N = \frac{J\ddot{\varphi}_2 + M_{R2} \sqrt{\sin^2 \varphi_2 \cos^2 \alpha + \cos^2 \varphi_2} m_{21}}{\sqrt{\left[(r_0 + l_{nn} \cos \varphi_2) \cos \alpha - \frac{b}{2} \sin \alpha \right]^2 + \left[(r_0 + l_{nn} \sin \varphi_2) \sin \alpha - \frac{b}{2} \cos \alpha \right]^2}}, \quad (3)$$

$$\sqrt{\left[\rho \sin(\alpha_0 + \omega t) \right]^2 + \left(-\operatorname{tg} \varphi_0 \left(\sqrt{\delta^2 + (d-h)^2} - \left(\frac{b}{2} \right)^2 - r_0 \right) - vt \right)^2}$$

де δ — відхилення осі ротора від умовної осевої лінії рядка; b — конструктивна ширина робочого елемента; M_R та M_{R2} — моменти відцентрових сил інерції першого і другого робочих елементів відносно їхніх осей підвісу; m_{21} — плече нормальної реакції дії другого робочого елемента на попередній відносно його осі підвісу; α_z — кут повороту вала ротора; φ_2 — кут відхилення наступного робочого елемента від площини обертання; ρ — відстань від осі ротора до вершини головки коренеплоду; d — відстань від осі ротора до основи ґрунту; r_0 — радіус осі підвісу робочого елемента; l_{nn} — довжина копійної частини робочого елемента.

Очевидно, що за збільшення кількості робочих елементів в системі аналітичний вираз для визначення нормальної реакції N значно ускладниться, тому нами було створено та запрограмовано розрахункову схему на ПЕОМ, з допомогою якої ми провели дослідження ди-

намічної взаємодії відокремлювача гички з головою коренеплоду.

Після закінчення фази взаємодії першого робочого елемента з головою коренеплоду відбувається його вихід з контакту та вільний рух під дією відцентрових сил інерції, що зумовлені обертотним рухом ротора. Водночас всі наступні за ним елементи також розпочинають вільний рух під дією відцентрових сил інерції. З аналізу графіка (рис. 2) зроблено висновок, що зі збільшенням кількості елементів в системі, яка взаємодіє з головою коренеплоду, ступінчато зростають контактні зусилля.

Так, наприклад, для 3-х елементів в системі (див. рис. 2) максимальні значення нормальної реакції сягають 200 Н. Також встановлено, що для максимальної кількості елементів в системі (за копіювання відокремлювачем максимальної

головки коренеплоду), яка становить близько 10-ти, сумарні значення нормальної реакції не перевищують 260 Н. Отримані значення нормальної реакції від дії системи робочих еле-

ментів були в подальшому використані під час моделювання силової взаємодії відокремлювача гички з головою коренеплоду буряків цукрових.

Висновки

За результатами дослідження динамічної взаємодії системи двох робочих елементів нового відокремлювача гички з головою коренеплоду отримано залежність, яка описує зусилля в точці контакту з головою коренеплоду. Побудовано та запрограмовано на ПЕОМ математичну модель взаємодії системи еле-

ментів довільної кількості з головою коренеплоду, встановлено максимально можливі значення контактних зусиль. Отже, на підставі математичного моделювання встановлено, що значення контактних зусиль за взаємодії нового відокремлювача гички з головою коренеплоду коливаються в межах від 200 до 260 Н.

Бібліографія

1. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин. Монографія. — К.: Видавничий центр НАУ, 2005. — 245 с.
2. Василенко П.М., Погорельий Л.В. Основы научных исследований (Механизация сельскохозяйственного производства). — К.: Вища шк., 1984. — 266 с.
3. Комплексная механизация производства сахарной свеклы/[А.А. Василенко, П.Т. Бабий, П.В. Савич и др.]. — К., 1962. — 243 с.

4. Погорельий Л.В., Татьяна Н.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. — К.: Феникс, 2004. — 232 с.
5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебн. [для высш. техн. заведений]/С.М. Тарг. — М.: Высш. шк., 1986. — 416 с.
6. Фильчаков П.Ф. Справочник по высшей математике/П. Ф. Фильчаков. — К.: Наук. думка, 1974. — 743 с.

Надійшла 7.08.2012.