

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ЕЛЕМЕНТА НОВОГО ВІДОКРЕМЛЮВАЧА ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**Булгаков В.М., д.т.н., професор, академік НААН України**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Борис А.М., к.т.н.**

*ННЦ "ІМЕСГ" НААН України*

*Наведено результати теоретичних досліджень коливань робочих елементів відокремлювача гички. Встановлений вплив початкової фази руху робочого елемента на період його коливань. Визначений робочий діапазон коливань робочого елемента.*

**Проблема.** Найбільш раціональним способом відокремлення гички є копірний зріз. Відомі гичкозрізальні апарати активного типу забезпечують якісний зріз гички при поступальних швидкостях не більше 1,5 м/с. Коренезбиральні машини можуть працювати при швидкостях 2...2,5 м/с [4]. Така неузгодженість за робочими швидкостями створює технологічну несумісність гичкозрізальних і викопуючих робочих органів. Рішення цієї проблеми можливе шляхом створення нового вискоефективного і високопродуктивного копірного гичкозрізального апарата.

Процес взаємодії робочого органу з головками коренеплодів носить циклічний характер. Тому важливою умовою роботоздатності робочого органу є відновлення кожним робочим елементом свого початкового положення перед наступною взаємодією з коренеплодом. Для обґрунтування раціональних параметрів робочого органу необхідно визначити залежність періоду коливань лопаті від її конструкційно-технологічних параметрів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Нами проведено теоретичне дослідження комбінованого способу відокремлення гички і обґрунтовано раціональний діапазон копірного зрізу [1]. Копірним зрізом доцільно зрізати головки коренеплодів, що виступають 30...60 мм над рівнем ґрунту. Головки коренеплодів висота, виступання яких менше 30 мм і більше 60 мм, необхідно зрізати безкопірним зрізом. Така технологія зрізу гички практично реалізована у більшості бурякозбиральних комбайнів іноземних фірм. Проводиться безкопірний зріз роторним гичкорізом основної маси гички та головок коренеплодів, що високо виступають над рівнем ґрунту. Також пасивним дообрізчиком виконується безкопірний зріз головок коренеплодів, висота виступання яких не перевищує початкового вертикального зазору. Коренеплоди із середньою висотою виступання головок дообрізаються пасивним копірним дообрізчиком із зворотною вертикальною поправкою. Враховуючи дані дослідження, нами вперше запропонована конструкція копірно-роторного

гичкозрізального апарата.

Робочий орган представляє собою горизонтальний ротор з віссю обертання, що направлена вздовж рядка. На валу жорстко закріплений металевий диск, до якого шарнірно закріплено 16 капронових лопатей, на кінцях яких встановлено ножі. При наїзді на головку коренеплоду кожна лопать відхиляється від площини обертання і за допомогою спеціального упору відхиляє наступну лопать. Таким чином взаємодіючи із головкою коренеплоду, лопаті очищують її вершину від гички, яка потім з рештками гички дообрізається ножами, що розташовані на кінцях лопатей. При попередньому безкопірному зрізі високовиступаючих коренеплодів і гички даний робочий орган виконує безкопірний зріз низьковиступаючих коренеплодів і копірний зріз коренеплодів середнього діапазону висот виступання. При максимальній висоті виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту до 80 мм можливо проводити зріз гички без попереднього безкопірного зрізу високовиступаючих коренеплодів.

**Мета дослідження.** Збільшення продуктивності процесу відокремлення гички шляхом обґрунтування параметрів відокремлювача гички.

**Методи дослідження.** Використані методи теоретичної механіки та комп'ютерного моделювання.

**Результати досліджень.** В роботі [6] отримано диференціальне рівняння обертального руху робочого елемента, яке має наступний вигляд:

$$m\omega^2 \left( \frac{l}{2} r_0 \sin \varphi + \frac{l^2}{6} \sin 2\varphi \right) - m \frac{l^2}{3} \ddot{\varphi} = 0. \quad (1)$$

Зроблене припущення про те, що друга складова рівності (1) є моментом сил інерції стрижня відносно осі підвісу. Тоді логічно припустити, що перша складова є моментом відцентрових сил інерції і вираз (1) є диференціальним рівнянням вільного обертального руху шарнірно закріпленого стрижня навколо осі підвісу розташованої на відстані  $r_0$  [0].

За конструкційно-технологічними параметрами складене диференціальне рівняння вільного обертального руху реального робочого елемента. Враховуючи, що момент відцентрових сил інерції циліндричного шарніра буде рівним нулю, то сумарний момент інерції відцентрових сил робочого елемента визначимо, як:

$$M_R = M_K + M_{\Pi} + M_H, \quad (2)$$

де  $M_K, M_{\Pi}, M_H$  – відповідно моменти відцентрових сил інерції копірної частини, пластинки і ножа (рис. 1).

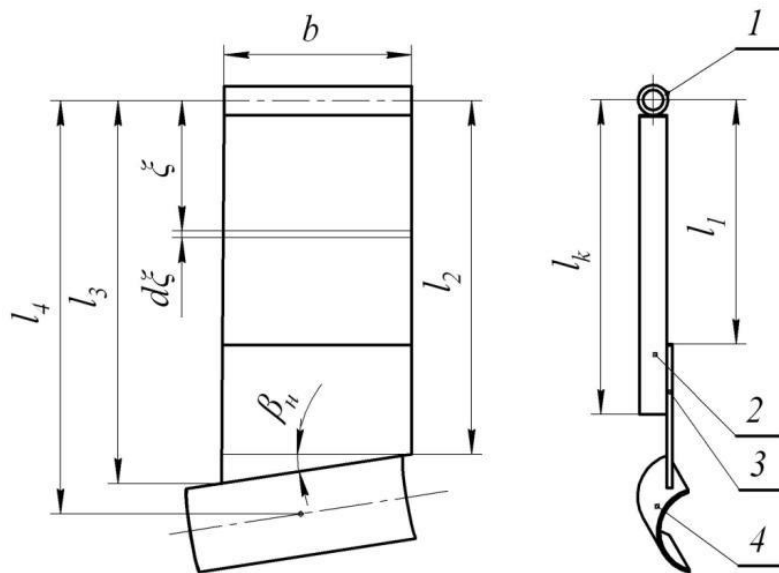


Рис. 1 – Схема робочого елемента: 1 – шарнір; 2 – копірна частина; 3 – пластина; 4 – ніж

У результаті розрахунків моментів відцентрових сил складових реального робочого елемента, залежність (2) прийме наступний вигляд:

$$M_R = \omega^2 (a \sin 2\varphi + b \sin \varphi), \quad (3)$$

де  $a, b$  – постійні коефіцієнти, що враховують розмірно-масові параметри робочого елемента ( $a = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ Нм с}^2$ ,  $b = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ Нм с}^2$ ). Тоді сумарний момент інерції робочого елемента відносно осі підвісу  $J = 1,587 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$ .

З врахуванням конкретних значень конструкційних параметрів диференціальне рівняння коливань робочого елемента навколо осі підвісу (1) набуде остаточного вигляду:

$$J\ddot{\varphi} + \omega^2 (a \sin 2\varphi + b \sin \varphi) = 0. \quad (4)$$

Дане нелінійне рівняння було розв'язане чисельними методами на ПК [3] та проведено дослідження впливу початкової фази руху робочого елемента на період його коливань, що відображено на графіках рис. 2.

З графіків (рис. 2) видно, що із збільшенням початкової фази руху зменшується період коливань робочого елемента, а отже і час відновлення його робочого положення перед наступним копіюванням. Зважаючи на це, в якості робочого діапазону необхідно вибрати максимальні значення початкової фази руху робочого елемента.

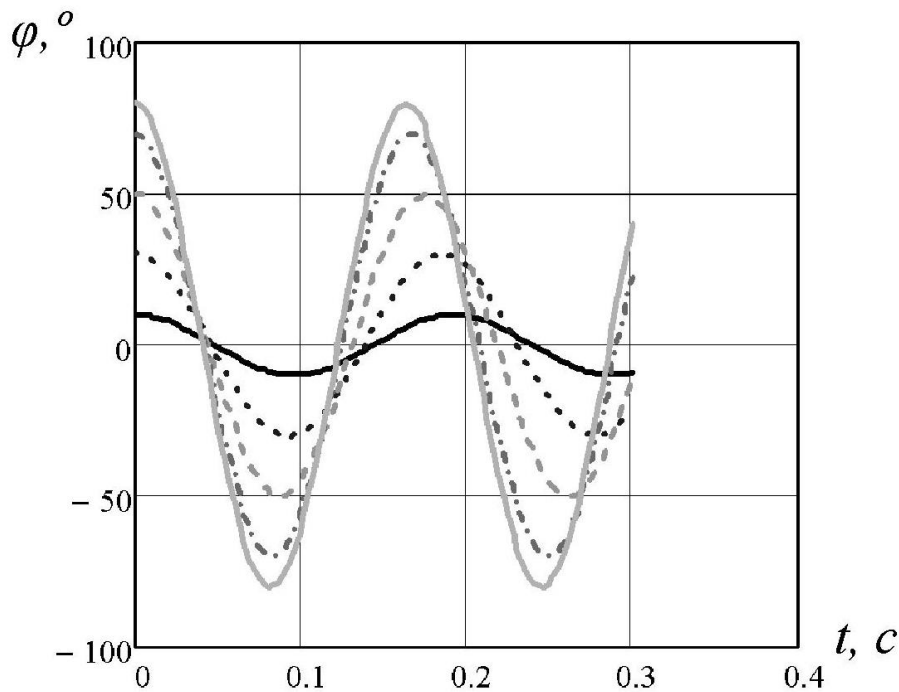


Рис. 2 – Вплив початкової фази руху робочого елемента на його період коливань

## Висновки

1. Отримано нелінійне диференціальне рівняння махових коливань робочого елемента копінно-роторного відокремлювача гички цукрових буряків. При його чисельному вирішенні визначаються конструктивно-технологічні параметри робочого органу в залежності від необхідного часу відновлення початкового положення.

2. Встановлено, що для забезпечення мінімального часу відновлення робочим елементом відокремлювача гички необхідно в якості робочого діапазону вибирати максимальні значення початкової фази.

## Список використаних джерел

1. Булгаков В.М. Теорія робочого процесу видалення гички з коренеплодів цукрових буряків / В.М. Булгаков, А.М.Борис // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2011. – Вип. 166,ч.1. – 350 с.
2. Гуляев В.И. Колебания систем твердых и деформируемых тел при сложном движении / В.И.Гуляев, П.П. Лизунов // – К.: Вища школа, 1989. – 197 с.
3. Фильчаков П.Ф. Справочник по высшей математике / П.Ф. Фильчаков. – К.: Наукова думка, 1974. – 743 с.
4. Погорелый Л.В., Татьянако Н.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. – К.: Феникс, 2004. –232 с.
5. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебн. пособие [для высш. технич. заведений] / С. М. Тарг. – М.: Вища школа, 1986. – 416 с.

6. Борис А.М. Теоретичне дослідження копінно-роторного гичкозрізувального апарата / А. М. Борис // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Глеваха: 2011. – Вип. 95. – С. 50-57.

#### **Аннотация**

### **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТДЕЛИТЕЛЯ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Булгаков В.М., Борис А.М.

*Приведены результаты теоретических исследований колебаний рабочих элементов отделителя ботвы. Установлено влияние начальной фазы движения рабочего элемента на период его колебаний. Определен рабочий диапазон колебаний рабочего элемента.*

#### **Abstract**

### **THEORETICAL BACKGROUND PARAMETERS SEPARATOR TOPS SUGAR BEET**

V. Bulgakov, A. Boris

*The results of theoretical investigations of oscillations work item separator tops. The influence of the initial phase of movement of the working element during its oscillation. Specified operating range fluctuations desktop item.*