**I. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН****Адамчук В. В.****Борис А. М.***Національний науковий
центр "ІМЕСГ" НААН
України***Булгаков В. М.***Національний
університет
біоресурсів і
природокористування
України***Adamchuk V. V.****Boris A. M.****Bulgakov V. M.***National University of Life
and Environmental
Sciences of Ukraine***УДК 633.63:631.35****ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ
КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО
ЕЛЕМЕНТА НОВОГО
ВІДОКРЕМЛЮВАЧА ГИЧКИ**

Анотація. Сконструйований новий робочий орган для видалення гички з головок коренеплодів на корені, який поєднує операції копіювання головок і одночасного зрізання рослинної маси. Були проведені його виробничі випробування, експериментальні та теоретичні дослідження, які дозволили встановити його оптимальні конструктивні та кінематичні параметри. Зокрема, в результаті теоретичних досліджень була побудована математична модель коливального руху окремого робочого елемента робочого органу для видалення гички. Була складена еквівалентна схема розглянутого коливального процесу і виведено нове диференціальне рівняння руху робочого елемента. В результаті чисельного моделювання на ПЕОМ встановлено вплив початкової фази руху робочого елемента на період його коливань. Визначено діапазон коливань робочого елемента. Проведені дослідження дають можливість визначати аналітично конструкційно-технологічні параметри залежно від необхідного часу відновлення початкового положення робочого елемента нового гичковідокремлювального робочого органу.

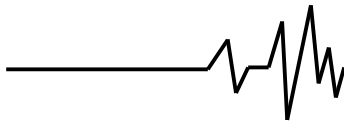
Ключові слова: коренеплід, головка коренеплоду, гичка, робочий елемент, відокремлювач гички, диференціальне рівняння, моделювання на ЕОМ, конструктивні, технологічні параметри.

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 високоефективного 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 безкопінний 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 головою коренеплоду, лопаті очищають її вершину від гички, яка потім з рештками гички дообрізається ножами, що розташовані на кінцях лопатей. При попередньому безкопінному зрізі високовиступаючих коренеплодів і гички даний робочий орган виконує безкопінний 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 безкопінного зрізу високовиступаючих коренеплодів.

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

Методи дослідження. Для виводу диференціального рівняння коливань нового відокремлювача гички використані методи теоретичної механіки та комп'ютерного моделювання.

Основні результати дослідження. 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 [5].

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_{Π} , M_H – відповідно моменти відцентрових сил інерції копірної частини, пластинки і ножа (рис. 1).

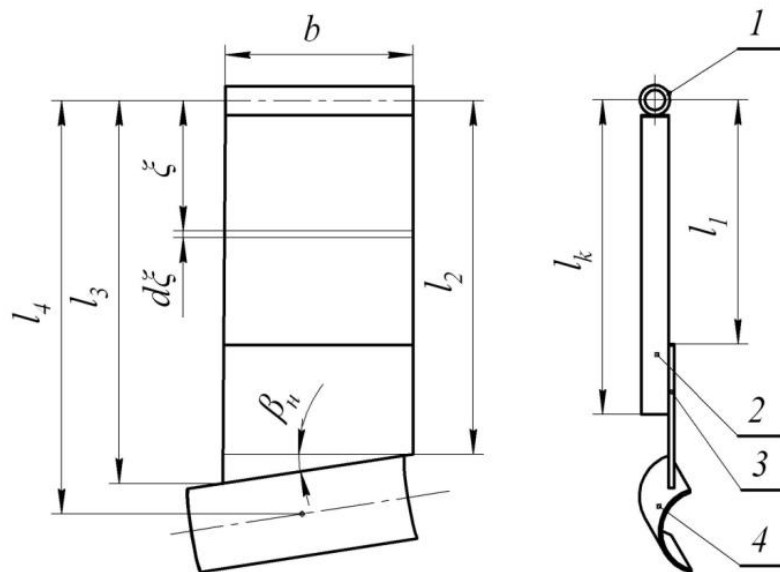
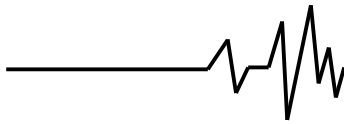


Рис. 1. Схема робочого елемента: 1 – шарнір; 2 – копірна частина; 3 – пластинка; 4 – ніж



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 ($a = 6,8 \cdot 10^{-4}$ Н м с², $b = 2,4 \cdot 10^{-3}$ Н м с²). Тоді сумарний момент інерції робочого елемента відносно осі підвісу $J = 1,587 \cdot 10^{-3}$ кг/м².

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

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

Отримане нелінійне рівняння (4) 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.

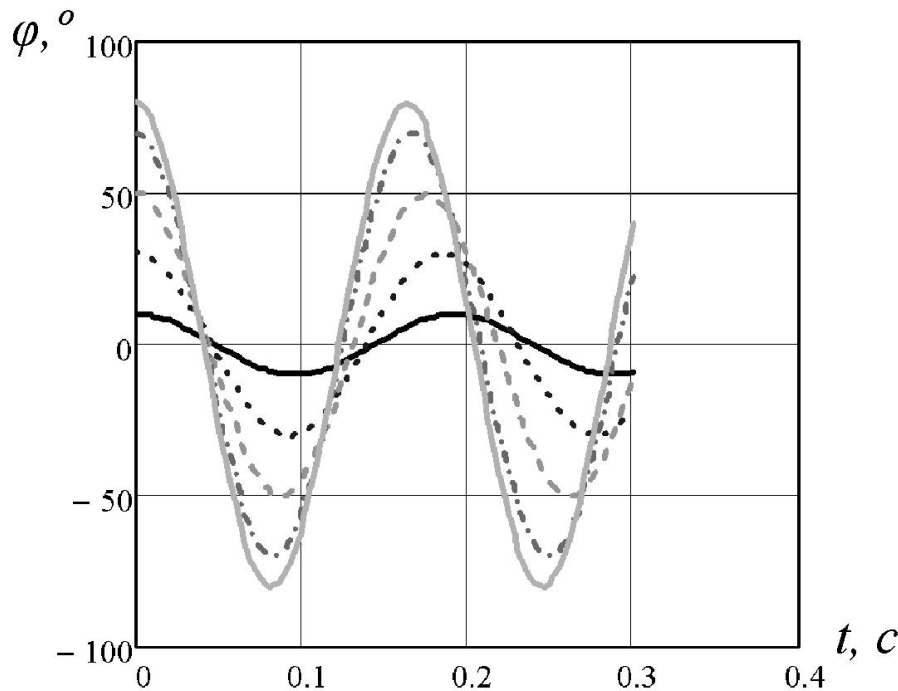


Рис. 2. Вплив початкової фази руху робочого елемента на його період коливань

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.

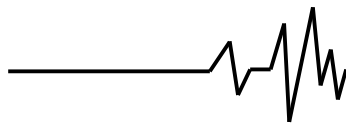
Висновки

1. Отримано нове нелінійне диференціальне рівняння махових коливань робочого елемента копірно-роторного відокремлювача гички цукрових буряків. При його чисельному вирішенні визначені 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 вибрати 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., Татьяна Н.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебн. пособие [для высших технических заведений] / С.М. Тарг. – М.: Вища школа, 1986. – 416 с.

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

Список джерел в транслітерації

1. Bulhakov V.M. Teoriya robochoho protsesu vydalennya hychky z koreneplovdiv tsukrovykh buryakiv / V.M. Bulhakov, A.M. Borys // Naukovyy visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. – K., 2011. – Vyp. 166, ch. 1. – 350 s.

2. Gulyayev V.I. Kolebaniya sistem tverdykh i deformiruyemykh tel pri slozhnom dvizhenii / V.I. Gulyayev, P.P. Lizunov // – K.: Vishcha shkola, 1989. – 197 s.

3. Filchakov P.F. Spravochnik po vysshey matematike / P.F. Filchakov. – K.: Naukova dumka, 1974. – 743 s.

4. Pogorelyy L.V., Tatyanko N.V. Sveklouborochnyye mashyny: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prognoz. – K.: Feniks, 2004. – 232 s.

5. Targ S.M. Kratkiy kurs teoreticheskoy mekhaniki: uchebn. posobiye [dlya vysshikh tekhnicheskikh zavedeniy] / S.M. Targ. – M.: Vishcha shkola, 1986. – 416 s.

6. Borys A.M. Teoretychne doslidzhennya kopirno-rotornoho hychkozrizuvalnoho aparata / A.M. Borys // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil's'koho hospodarstva: Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk. – Hlevakha: 2011. – Vyp. 95. – S. 50-57.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ РАБОЧЕГО ЭЛЕМЕНТА НОВОГО ОТДЕЛИТЕЛЯ БОТВЫ

Аннотация. Сконструирован новый рабочий орган для удаления ботвы с головок корнеплодов на корню, который совмещает операции копирования головок и одновременного срезания растительной массы. Были проведены его производственные испытания, экспериментальные и теоретические исследования, которые позволили

установить его оптимальные конструктивные и кинематические параметры. В частности, в результате теоретических исследований была построена математическая модель колебательного движения отдельного рабочего элемента рабочего органа для удаления ботвы. Была составлена эквивалентная схема рассматриваемого колебательного процесса и выведено новое дифференциальное уравнение движения рабочего элемента. В результате численного моделирования на ПЭВМ установлено влияние начальной фазы движения рабочего элемента на период его колебаний. Определен диапазон колебаний рабочего элемента. Проведенные исследования дают возможность определять аналитически конструктивно-технологические параметры в зависимости от необходимого времени восстановления начального положения рабочего элемента нового ботвосрезающего органа.

Ключевые слова: корнеплод, головка корнеплода, ботва, рабочий элемент, отделитель ботвы, дифференциальное уравнение, моделирование на ЭВМ, конструктивные, технологические параметры.

THE DIFFERENTIAL EQUATION OF MOTION FOR A NEW WORK ITEM SEPARATOR TOPS

Annotation. Designed a new body of work to remove the tops of heads with root vegetables on the vine that combines copying operations heads and simultaneously cutting plant mass. Were conducted its production tests, the experimental and theoretical studies to establish its optimum design and kinematic parameters. In particular, as a result of theoretical research has been constructed a mathematical model of the vibrational motion of an individual work item working body to remove the tops. Was made equivalent circuit considered oscillatory process and display a new differential equation of motion of the working element. The numerical simulation on the PC, the influence of the initial phase of motion of the working element for the period of oscillation. The range of fluctuation of the operating member. The research allowed to determine analytically design and technology options, depending on the required recovery time of the initial conditions of the working elements of the new working body for cutting the tops.

Key words: root vegetable, root crop head, tops, work item separator tops, differential equation, computer modeling, design, process parameters.