

УДК 641.512.06

## АНАЛІЗ КІНЕМАТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ ПРОДУКТУ В ЗОНУ РІЗАННЯ

Заплетніков І.М., д.т.н.,

Пільненко А.К., ст. викладач

*Донецький національний університет економіки і торгівлі імені  
Михайла Туган-Барановського*

Тел. (062) 304-50-46

**Анотація** – в роботі виявлені кінематичні параметри механізму подачі продукту, котрий здійснює гойдальний рух на дисковий ніж.

**Ключові слова** – процес різання, кінематичне дослідження, механізм подачі, дисковий ніж.

*Постановка проблеми.* Сучасний розвиток техніки і виробництва ставить все зростаючі вимоги до продуктивності ріжучих машин, їх економічності й якості роботи.

У закладах ресторанного господарства значне місце в технологічному процесі механічної обробки харчових продуктів займає подрібнення продуктів способом різання. Найбільш поширені на ринку України конструкції машин, що складаються з обертового дискового ножа, опорного стола, механізму подачі і регулювання товщини різання.

У дослідженнях процесу різання вчені звертають увагу на великий вплив тангенціальної  $V_t$  та нормальної  $V_n$  складової швидкості різального інструменту на економічні та якісні характеристики процесу [1,2].

У науковій і довідковій літературі відсутні дані до вибору конструктивних, кінематичних параметрів і способів подачі продукту в процесі різання. Кінематичне дослідження способів подачі продукту в літературі не проводилось. Відсутні значення впливу способу подачі продукту на енергетичні параметри процесу. Немає ідеальних, простих у використанні методик, за допомогою яких можна досліджувати процес різання і математично описати його закономірності, встановити раціональні параметри процесу.

*Аналіз останніх досліджень.* Наведені в літературі результати досліджень процесів подрібнення продуктів [1,2] свідчить про

значний вплив способів подачі продукту на якість зрізу, енергопродуктивність та економічні параметри процесу різання.

*Формулювання цілей статті.* Для вирішення вищевказаних проблем необхідно оптимізувати вплив кінематичних параметрів механізму подачі продукту в зону різання.

Ціль дослідження виконати аналіз кінематичних характеристик процесу різання дисковим ножом при гойдальному способі подачі продукту.

*Основна частина.* Для здійснення процесу різання необхідне відносне переміщення робочого інструменту та продукту. Відомо чотири основних види робочих рухів і, відповідно, чотири класи ріжучих машин: обертальний, зворотно-поступовий, коливальний і поступовий [2].

Застосовують ріжучі інструменти різноманітних форм і конфігурацій. Для різання пластичних харчових продуктів найбільше поширення отримали дискові ножі. Дискові ножі здійснюють рівномірно-обертальний рух, який може бути попутним або зустрічним по відношенню до напрямку подачі продукту.

Дисковим ножом різання проводиться шляхом: – обертання ножа і зворотно-поступовим рухом продукту; – обертання ножа і гойдальним (маятниковим) рухом продукту (рис. 1); – обертання ножа і обертання продукту, планетарного руху ножа при нерухомому продукті.

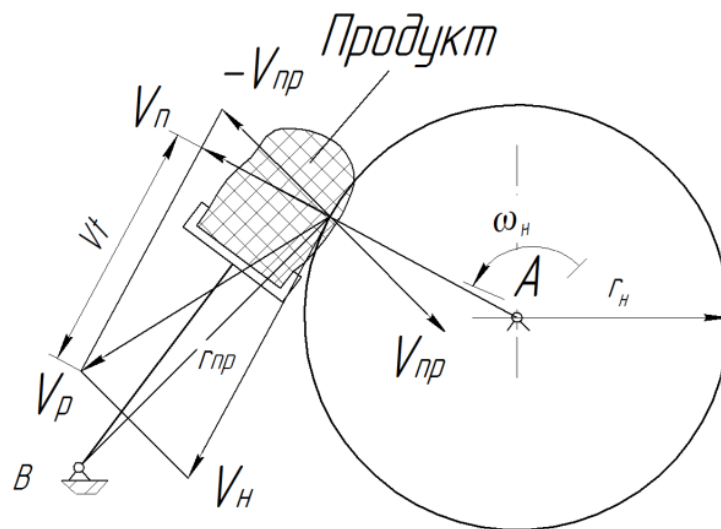


Рис. 1. Схема ковзаючого різання при гойдальному русі продукту і обертальному русі дискового ножа.

Подача продукту в процесі різання (рис. 1) здійснюється зворотно-обертальним рухом. Для здійснення такого руху широко використовують шарнірно-стрижневі механізми, які перетворюють

обертальний рух ведучого вала машини в періодичний гойдальний рух. Подача продукту в процесі різання здійснюється гойдальним рухом. Такий рух здійснює кривошипно-коромисловий і кривошипно-кулісний механізми (рис. 2).

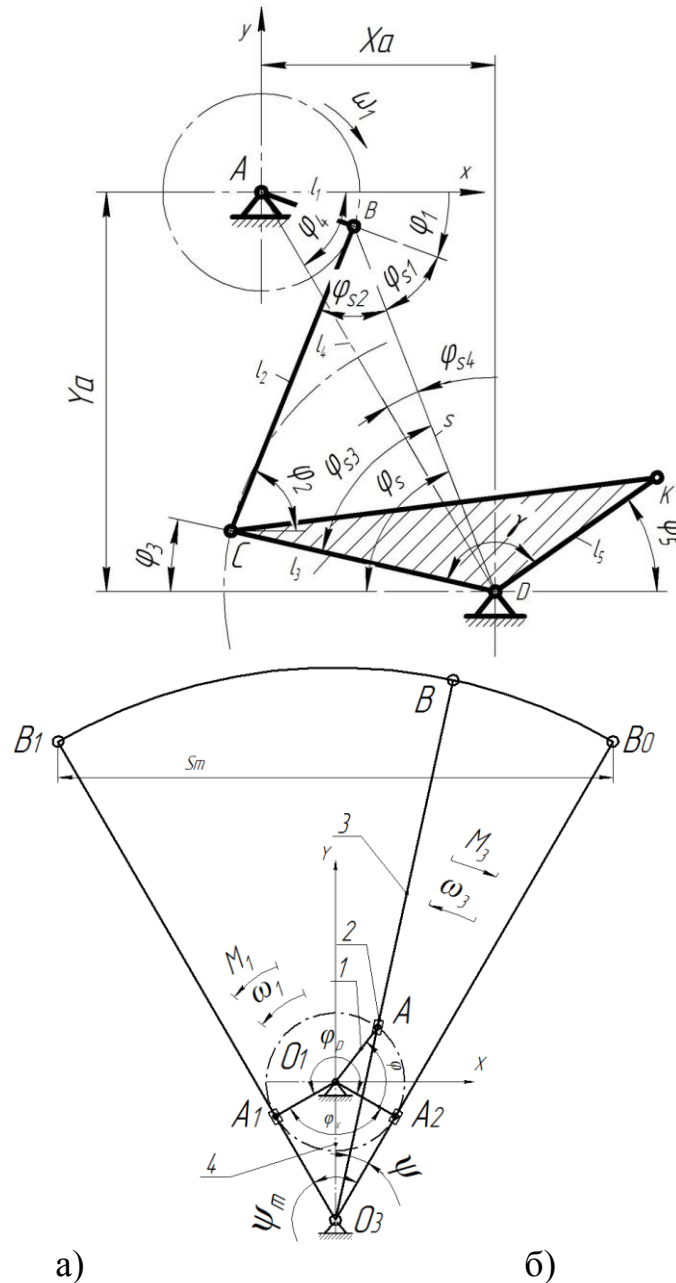


Рис. 2. Схеми механізмів подачі: а – кривошипно-коромисловий механізм, б - кривошипно-кулісний механізм.

Графічні методи кінематичного аналізу наочні і універсальні, але не завжди володіють тією точністю. Аналітичне дослідження механізму виконувалось методом векторних контурів, розробленим В.А. Зінов'євим [3].

Аналітичний метод дозволить виявити взаємозв'язок кінематичних параметрів механізму з його метричними параметрами, тобто розмірами ланок, з будь-яким ступенем точності. Отриманий зв'язок між основними кінематичними і структурними параметрами механізму обчислюється за допомогою програмного забезпечення MathCAD на ПК, за допомогою якої можна отримати всі необхідні результати.

Кінематичні параметри визначаються траєкторією робочих органів і величинами швидкостей подачі і різання. Кінематичне дослідження механізму полягає, в основному, в рішенні трьох наступних завдань:

- а) визначення переміщення ланок і траєкторій;
- б) визначення швидкості окремих точок ланок і кутових швидкостей ланок механізму;
- в) визначення прискорень окремих точок ланок і кутових швидкостей прискорень ланок механізму.

Першим розглянемо кривошипно-коромисловий механізм подачі продукту, який являє собою чотирьохшарнірний механізм, представлений на рис. 2,а.

Визначення положень важеля подачі буде визначатися кутом повороту  $\phi_5(t) = \phi_1(t)$  для першої схеми (рис. 2, а) та для другої схеми (рис. 2, б)  $\psi(t) = \phi(t)$ .

Функція переміщення важеля подачі продукту на дисковий ніж для кривошипно-коромислового механізму була визначена за формулою

$$\begin{aligned} \phi_5(t) = & \arctg\left(\frac{l_4 \sin \phi_4 - l_1 \sin \phi_1}{l_4 \cos \phi_4 - l_1 \cos \phi_1}\right) - \\ & - \arccos\left(\frac{l_3^2 - l_2^2 + l_1^2 + l_4^2 - 2l_1 \cdot l_4 \cos(\phi_4 - \phi_1)}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1 \cdot l_4 \cos(\phi_4 - \phi_1)}}\right). \end{aligned} \quad (1)$$

Функція переміщення важеля подачі для кривошипно-кулісного механізму була визначена за формулою

$$\psi(t) = 0,5\psi_m - \arctg \frac{\lambda \sin(\phi + 0,5\phi_x)}{1 - \lambda \cos(\phi + 0,5\phi_x)}. \quad (2)$$

Для визначення швидкостей і прискорень ланок механізму складалось векторне рівняння замкнутості контуру ABCD.  $\overline{AB} + \overline{BD} + \overline{CD} = \overline{AD} \Rightarrow l_1 + l_2 + l_3 - l_4 = 0$ .

Функції кутових швидкостей і прискорення важеля подачі для першої схеми (рис. 2,а) визначається за рівнянням (3) і для другої схеми (рис. 2,б) за рівнянням (4).

$$\begin{cases} \omega_3(t) = -\omega_1 \frac{l_1 \sin(\phi_1 - \phi_2)}{l_2 \sin(\phi_3 - \phi_2)} \\ \varepsilon(t) = \omega_1^2 \cdot i'_{31} + \varepsilon_1 \cdot i_{31} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \omega_3(t) = \frac{\lambda[\lambda - \cos(\varphi + 0,5\varphi_x)]}{1 - 2\lambda \cos(\varphi + 0,5\varphi_x) + \lambda^2} \omega_1 \\ \varepsilon(t) = \frac{\lambda(1 - \lambda^2) \sin(\varphi + 0,5\varphi_x)}{[1 - 2\lambda \cos(\varphi + 0,5\varphi_x) + \lambda^2]^2} \omega_1^2 \end{cases} \quad (4)$$

Для побудови графіка зміни кутових швидкостей  $\omega_2, \omega_3$  ланок  $l_2, l_5$  були використані формули (3), (4) відповідно на рис. 3.

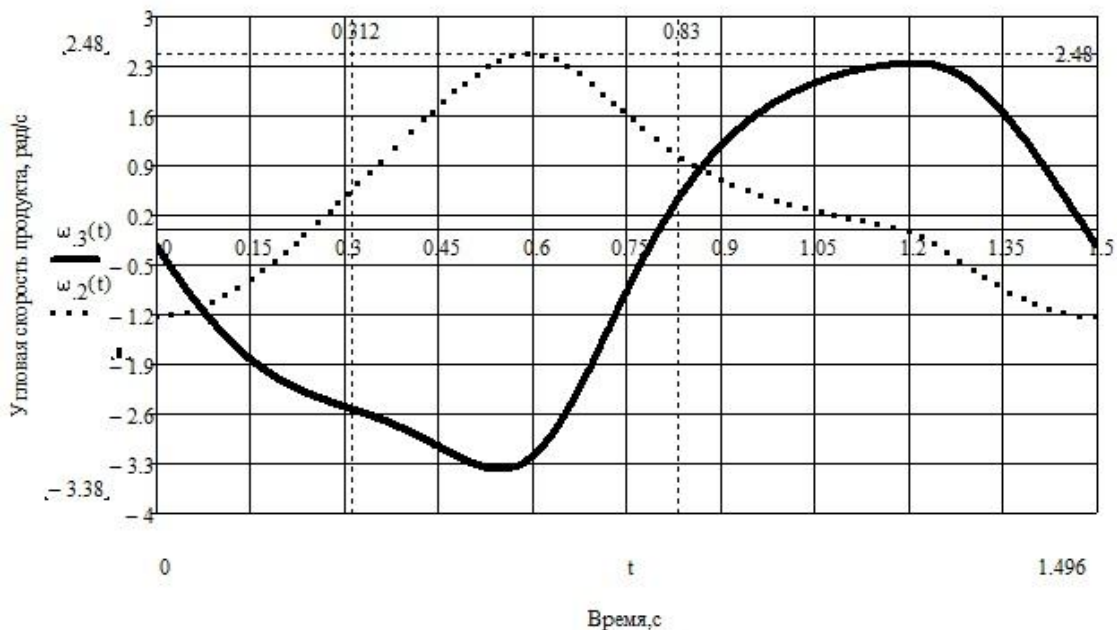


Рис. 3. Графік зміни кутових швидкостей важеля подачі  $l_5$  і ланки  $l_2$  кривошипно-коромислового механізму подачі.

Залежність швидкості подачі в процесі гойдального руху продукту зображена на рис. 4.

Другий спосіб перетворення обертального руху в гойдальний рух - це застосування кривошипно-кулісного механізму (рис. 2, б).

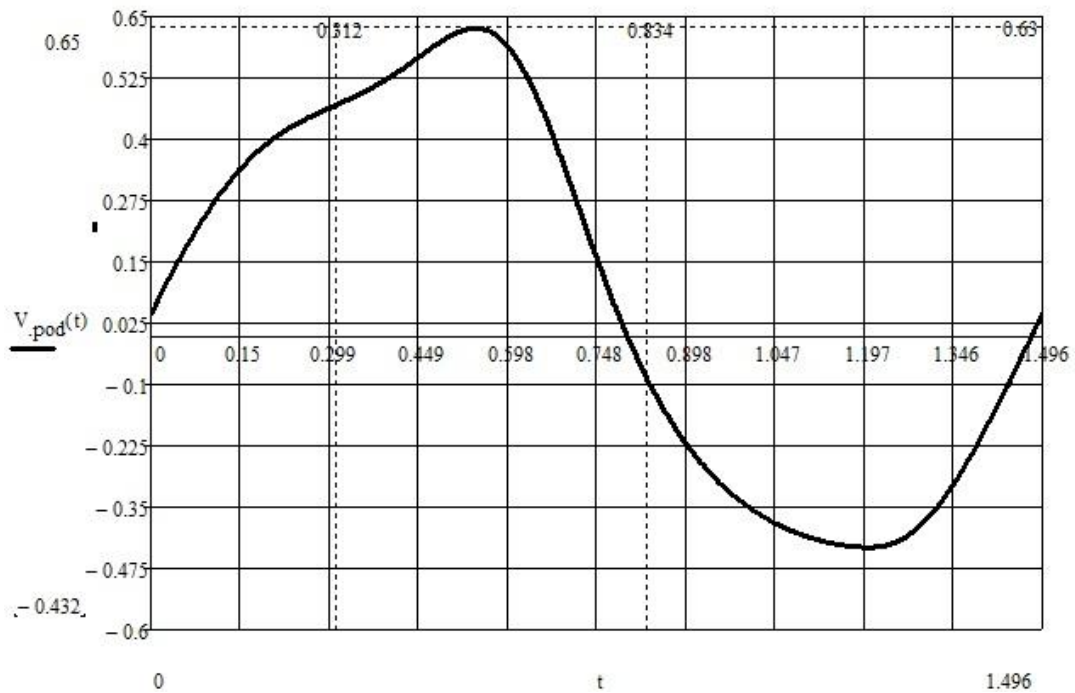


Рис. 4. Графік зміни швидкості важеля подачі  $V_{pod}(t)$  продукту для кривошипно-коромислового механізму.

На основі отриманих залежностей (4) для кривошипно-кулісного механізму був побудований графік зміни швидкості та прискорення важеля подачі продукту (рис. 5).

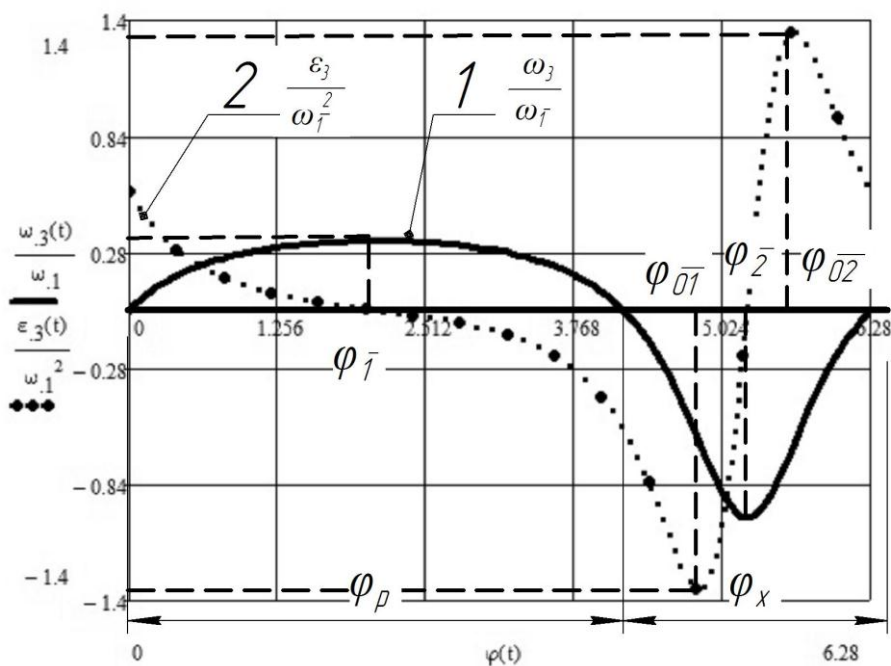


Рис. 5. Зміни відносних швидкості і прискорення куліси кривошипно-кулісного механізму.

Як видно з графіка, при повороті кривошипа від початкового моменту ( $\varphi = 0$ ) до моменту, коли кут повороту кривошипа дорівнює  $\varphi_1$ , і від моменту ( $\varphi = \varphi_p$ ) до моменту, коли кут повороту кривошипа дорівнює  $\varphi_2$ , куліса рухається прискорено.

*Висновки.* Наведений аналітичний аналіз механізмів дозволяє оптимізувати вплив кінематичних параметрів гойдального способу подачі продукту на дисковий ніж.

Перспективами подальших досліджень є дослідження динамічних характеристик процесу різання дисковим ножом і гойдальним способом подачі продукту.

Література:

1. *Даурский А.Н.* Резание пищевых материалов: Теория процесса, машины, интенсификация /А.Н. Даурский, С.А. Мачихин. - М.: Пищ. промышленность, 1980.– 240с.
2. *Резник Н.Е.* Теория резания лезвия и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. – М. Машиностроение, 1975. – 311с.
3. *Артоболевский И. И.* Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. –М.: Наука. Гл. ред. физ.–мат. лит., 1988.–640 с.

## **АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПОДАЧИ ПРОДУКТА В ЗОНУ РЕЗАНИЯ**

Заплетников И.Н., Пильненко А.К.

**Аннотация - в работе выявлены кинематические параметры механизма подачи продукта, который осуществляет качательное движение на дисковый нож.**

## **ANALYSIS OF KINEMATIC STUDIES OF THE MECHANISMS PRODUCT FEED TO THE CUTTING AREA**

I. Zapletnikov, A. Pilnenko

### *Summary*

**The article reveals the kinematic parameters of the feeder product that provides oscillating motion on disc blade.**