

УДК 681.326.75

В.О. Остаф'єв, д-р техн...н.; В.І. Скицюк, І.М. Діордіца, А.М. Діордіца

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ

## ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ДАТЧИКА ВІБРОАКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ У ТІЛІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПІД ЧАС ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ (ЧАСТИНА II)

*In the article mathematical research is considered which proves that a necessity of direction finding maximal action of vibroacoustic wave is for the body of instrument, as this is the most effective direction for the location of Sensor*

### Вступ

В [1] розглянуто ідеалізовану математичну модель акустичного випромінювання від зони металообробки для лезового токарного інструменту та її основи. Здійснили попередній аналіз стосовно основного напрямку випромінювання, та визначили шлях подальших досліджень. Необхідно визначити основний напрямок випромінювання залежно від робочих кутів інструменту.

### Базові умови моделювання акустичного випромінювання .

Результати досліджень виявили, що визначити напрямок акустичного випромінювання можна на базі ступінчастого розподілу швидкостей (рис.1).

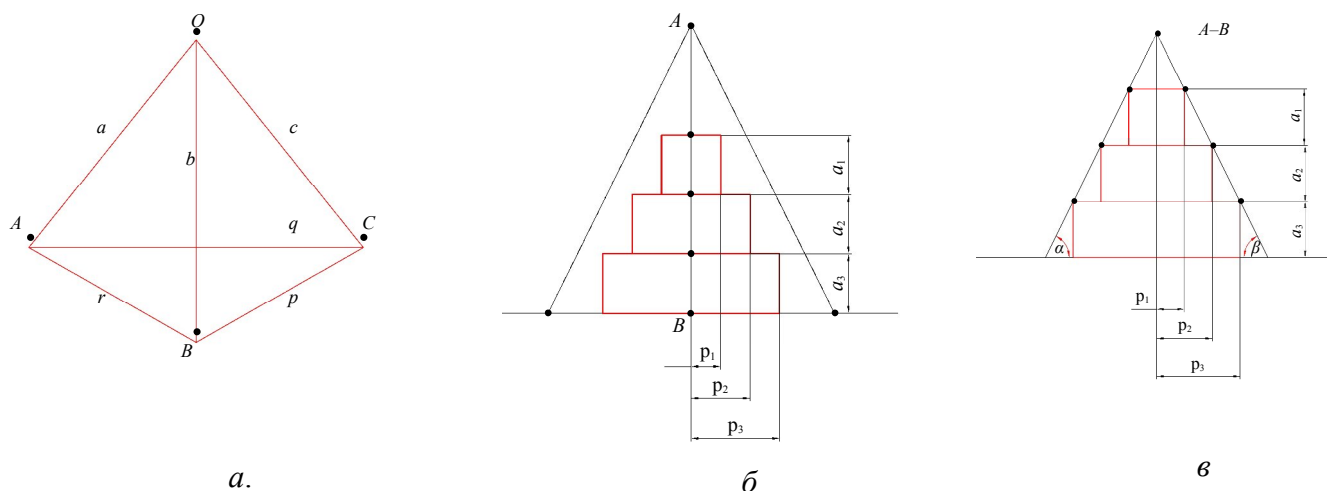


Рис. 1. Опис трикутної піраміди: а – загальний вигляд піраміди, б – та в проекції різального клину при моделюванні

Розміри моделей (плоских циліндрів) орієнтовані на довжину хвилі, що залежить від цілісності середовища [2, 3], тому спочатку виконуємо моделювання в загальному вигляді. З даних рис. 1, в маємо можливість отримати такі залежності:

$$\begin{aligned}
 \sin \alpha_1 &= \frac{a_1}{\rho_2 - \rho_1}; \sin \alpha_2 = \frac{a_2}{\rho_3 - \rho_2}; \sin \alpha_3 = \frac{a_3}{\rho_i - \rho_3} \text{ або } \sin \alpha_i = \frac{a_i}{\rho_{i+1} - \rho_i}; \\
 \sin \beta_1 &= \frac{a_1}{\rho_2 - \rho_1}; \sin \beta_2 = \frac{a_2}{\rho_3 - \rho_2}; \sin \beta_3 = \frac{a_3}{\rho_i - \rho_3} \text{ або } \sin \beta_i = \frac{a_i}{\rho_{i+1} - \rho_i}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

тобто кути  $\alpha$  та  $\beta$  однакові завжди, але між сусідніми гранями необов'язково. Згідно з основою форми металообробного інструменту можна визначити, що шукана піраміда буде матиме вигляд зображений на рис. 2.

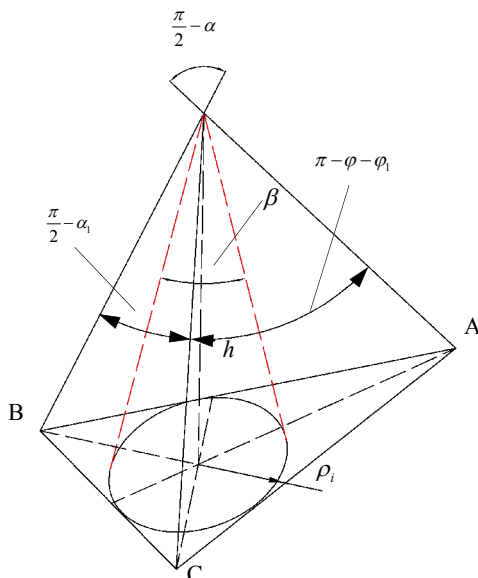


Рис. 2. Пірамідальна модель різального інструменту

Зроблений висновок вказує на те, що в основі цієї моделі повинен бути прямий круговий конус [4]. В основі цього конусу є диск радіуса  $\rho_i$  (рис. 2) та висотою  $h$ ; апертурний кут  $\beta$  цього конусу визначається так:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{\rho_i}{h} \quad \text{або} \quad \beta = 2 \operatorname{arctg} \frac{\rho_i}{h} \quad (2)$$

Аналізуючи побудову піраміди (рис. 2) доходимо висновку, що вона побудована на основі прямого кругового конусу. Грані інструменту в цьому разі проходять так, що робочі площини збігаються із твірною та основою конусу. Отже задача зводиться до визначення апертурного кута  $\beta_\xi$  (2) і як наслідок – кутів між твірною конусу та робочими кутами інструменту. Для цього спочатку розглянемо косий трикутник  $\Delta ABC$  (рис. 3) який лежить в основі піраміди.

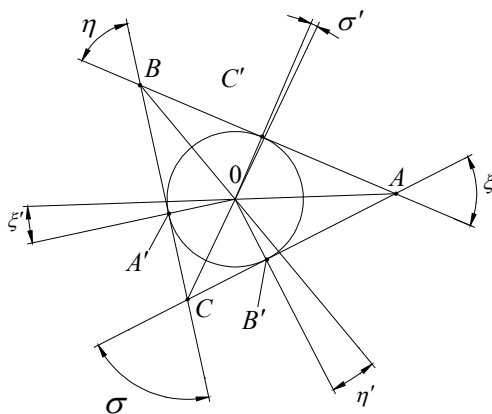


Рис. 3. Параметри косого трикутника в основі піраміди

Згідно з початковими умовами основа конусу (коло) перетворюється на косокутний трикутник. При цьому центр кола, яким проходить висота піраміди та конусу, розміщується

на перетині бісектрис трикутника. Точки дотику  $A', B', C'$  кола і сторін трикутника не збігаються з точками перетину відповідних бісектрис. Зв'язок між радіусом кола та сторонами трикутника такий [4]:

$$\begin{aligned} AB &= \frac{\rho}{\sin \frac{\xi}{2}} + \frac{\rho}{\sin \frac{\eta}{2}} = c \\ AC &= \frac{\rho}{\sin \frac{\sigma}{2}} + \frac{\rho}{\sin \frac{\xi}{2}} = b \\ BC &= \frac{\rho}{\sin \frac{\eta}{2}} + \frac{\rho}{\sin \frac{\sigma}{2}} = c \end{aligned} \quad (3)$$

Як наступний крок моделювання робимо розглянемо окремо обрану грань (рис. 4).

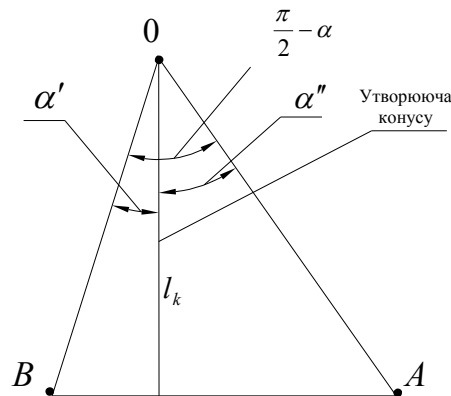


Рис. 4. Окрема грань різального інструменту

Для окремої грані твірна внутрішнього конусу є її висотою. Використовуючи властивості трикутника для окремо вибраної грані, дістаємо таку залежність:

$$\begin{aligned} l_k &= \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\xi}{2} \cdot \sin \frac{\eta}{2}}} \Rightarrow \Delta AOB \\ \text{для інших граней:} \\ l_k &= \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\eta}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}}} \Rightarrow \Delta BOC \\ l_k &= \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\sigma}{2} \cdot \sin \frac{\xi}{2}}} \Rightarrow \Delta AOC \end{aligned} \quad (4)$$

Оскільки тепер відомі  $l_k$  та  $\rho$ , можна визначити кут між робочою площиною інструменту та площиною максимальної інтенсивності акустичного випромінювання, тобто з (2):

$$\beta = 2 \arctg \sqrt{\sin \frac{\xi}{2} \cdot \sin \frac{\eta}{2}} \quad \text{для } \Delta AOB$$

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\sin \frac{\eta}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}} \quad \text{для } \Delta BOC \quad (5)$$

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\sin \frac{\sigma}{2} \cdot \sin \frac{\xi}{2}} \quad \text{для } \Delta AOC$$

Для того щоб визначити місце максимальної інтенсивності, необхідно знати, під якими кутами твірна конусу торкається робочих поверхонь інструмента. Для цього знову скористаємося властивостями трикутника.

З даних рис. 4. випливає, що необхідно знайти  $\alpha'$  та  $\alpha''$ . Твірна конусу  $l_k$  у разі збігається співпадає з висотою трикутника  $AOB$ , тобто за залежностями (3) можна визначити необхідні кути:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\rho}{\sin \frac{\xi}{2}} / l_k = \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\xi}{2}} \Rightarrow \alpha' = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\xi}{2}}; \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{\rho}{\sin \frac{\eta}{2}} \Rightarrow \alpha'' = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\eta}{2}};$$

Аналогічно для інших кутів:

$$\operatorname{tg} \alpha'_1 = \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\eta}{2}} \Rightarrow \alpha'_1 = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\eta}{2}} \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \alpha''_1 = \frac{\rho}{\sin \frac{\sigma}{2}} \Rightarrow \alpha''_1 = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\sigma}{2}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{\rho}{\sin \frac{\sigma}{2}} \Rightarrow \varphi' = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\sigma}{2}} \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \varphi'' = \frac{\rho}{\sin \frac{\xi}{2}} \Rightarrow \varphi'' = \operatorname{arctg} \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\xi}{2}}$$

де  $\alpha', \alpha'', \alpha'_1, \alpha''_1, \varphi', \varphi''$  - кути при вершині робочого інструменту;  $\xi, \eta, \sigma$  - кути між робочими гранями інструменту.

### Висновки

Отже, конус випромінювання, дотикаючись поверхні граней інструменту, розсікає їх на однакові кути за суміжними гранями, тобто загалом маємо три кути, які можна визначити за формулами (6), (7) та (8).

У подальших дослідженнях необхідно розглянути зв'язок утвірної конуса та геометрії інструменту.

### Література

1. Остаф'єв В.О., Скицюк В.І., Діордіца І.М. Оптимізація розташування відчутника віброакустичних коливань у тілі різального інструменту під час токарної обробки (ч. I). // Вестник НТУ України „Киевского политехнического института”. С. „Машиностроение”. – № 53 2008. – С.47–52.

2. Армарего И.Дж.А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. / Пер. с англ. В.А. Пастунова. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
3. Методы акустического контроля металлов /Н.П. Алёшин, В.Е. Белый, А.Х. Вopilкин и др.; под ред. Н.П. Алёшина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – 13-е изд., испр. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

*Надійшла 27.06.08*