

В статті розглянуто математичне дослідження, яке доводить необхідність розташування датчика у напрямку максимальної дії віброакустичної хвилі в масі різального інструменту для отримання ефективного інформаційного сигналу з зони металообробки

Ключові слова: різальний інструмент, контроль, торкання

В статье рассмотрено математическое исследование, которое доказывает необходимость расположения датчика в направлении максимального действия виброакустической волны в массе режущего инструмента для получения эффективного информационного сигнала из зоны металлообработки

Ключевые слова: режущий инструмент, контроль, касание

The mathematical research, which brings the need to position the sensor in the direction of the maximum of the vibro-acoustic wave in the mass of cutting tools for efficient data signal from the metalworking zone is considered in the article

Keywords: cutting tool, control, touch

КООРДИНАТНЕ РОЗТАШУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧА У МАСІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

В.І. Скицюк

Кандидат технічних наук

Контактний тел.: (044) 454-94-75

І.М. Діордіца

Асистент*

*Кафедра виробництва приладів

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Контактний тел.: (044) 454-94-75, 063-261-50-27

1. Вступ

Технологічні процеси лезової обробки металів різанням, як і всі подібні, мають яскраво означений виток вібраційних та акустичних енергетичних потоків [1,2]. Попре велике використання подібних приладів (наприклад “Sound Cheker”) ще і досі оптимальність розташування перетворювача на тілі інструменту, або деталі є не визначеним, адже саме за цього розташування залежить якість процесу контролю.

2. Постановка задачі

Для вирішення поставленої задачі було вивчено низку проблем які виникають у цьому випадку.

По перше загальнотеоретичні підгрунтя розповсюдження звукової хвилі у масі інструмента, або деталі. В більшості випадків розміри ультразвукових випромінювачів порівнянні з довжиною хвилі звуку в середовищі. Тому випромінювана ними звукова енергія в тій чи іншій мірі концентрується в певному напрямі. Якщо уявити собі дуже велику сферичну поверхню з випромінювачем в центрі, то звуковий тиск на цій поверхні буде різним у різних напрямках. Відносне значення звукового тиску, виражене у функції азимутального кута, називається характеристикою спрямованості.

При використанні ультразвукового перетворювача для прийому звукового сигналу його чутливість залежить від напрямку надходження хвилі. Спрямованість прийому ультразвуку іноді виявляється ефективним засобом виділення корисного сигналу на випадковому шумовому фоні. Оскільки випромінювання і прийом звуку взаємно обернені, спрямованість визначеного

перетворювача по прийому і по випромінюванню однакова [4].

Ця задача є досить складна, оскільки існує велика кількість інструменту саме за геометричною конфігурацією, а це вимагає досить складного вирішення цієї проблеми. Основним чинником подібної ситуації є стала конструкція різального інструменту яка не міняється десятиліттями та абсолютно не пристосована до встановлення на ньому перетворювачів контролю металообробки.

Наразі розглянемо, як розгортається ситуація стосовно реального інструменту. Віддаленість площини базування перетворювача від вершини інструменту - l_k

$$l_k = \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\xi}{2} \cdot \sin \frac{\eta}{2}}},$$

$$l_k = \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\eta}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}}},$$

$$l_k = \frac{\rho}{\sqrt{\sin \frac{\sigma}{2} \cdot \sin \frac{\xi}{2}}},$$
(1)

де ρ – радіус п'єзoeлектричного елемента;

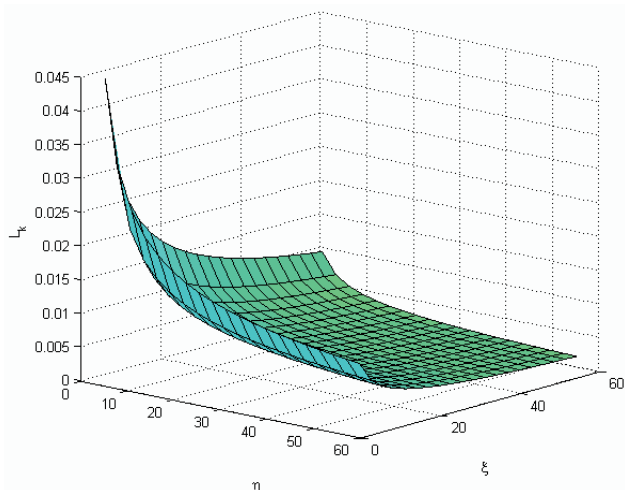
ξ, η, σ – кути між робочими гранями інструменту.

Отже при розгляді залежностей (1) можна дійти до висновку, що ми маємо зв'язок між віддаленістю площини базування перетворювача (l_k) та кутами між робочими гранями інструмента (ξ, η, σ). При вільному інтерпретуванні виразів (1) стосовно розмірів інструмента (кутів) ми отримуємо загальну залежність відображену на рис. 1а.

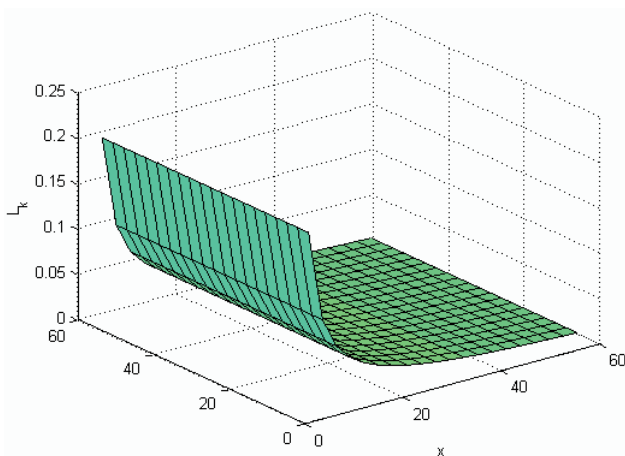
Але аналіз виразів з (1) показує на те що може існувати критична ситуація коли кути ξ, η, σ рівні між собою. У такому випадку ми маємо ситуацію з відстанню l_k яка відрізняється від попередньої. В цьому випадку кути ξ, η, σ максимальні значення мають можливість приймати лише одне значення тобто $\frac{\pi}{3}$ з погляду на максимальне сприйняття віброакустичного сигналу. При цьому вирази (1) приймають вигляд

$$l_k = \frac{\rho}{\sin \frac{x}{2}} \tag{2}$$

де $0 < x = \xi, \eta, \sigma \leq \frac{\pi}{3}$. В наслідок подібної ситуації характеристика l_k приймає вигляд ламінарного характеру і розташування перетворювача за відстанню в тілі різального інструмента не має великого значення, але при цьому постає проблема реалізація різального інструмента з параметрами ξ, η, σ які дорівнюють $\frac{\pi}{3}$ (рис. 1 б).



а)



б)

Рис. 1. Залежності віддаленості чутливого елемента від точки випромінювання за (1): а) інваріантність l_k від стандартних кутів ξ, η, σ ; б) інваріантність l_k від стандартних кутів при $\xi, \eta, \sigma = 60^\circ$

Відповідно можна визначити кут між робочими площинами інструменту та площиною максимальної

інтенсивності акустичного випромінювання – растровий кут (рис. 2)

$$\beta = 2 \arctg \sqrt{\sin \frac{\xi}{2} \cdot \sin \frac{\eta}{2}},$$

$$\beta = 2 \arctg \sqrt{\sin \frac{\eta}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}}, \tag{3}$$

$$\beta = 2 \arctg \sqrt{\sin \frac{\sigma}{2} \cdot \sin \frac{\xi}{2}}.$$

Залежність (3) доводить, що растровий кут β формується на бокових гранях різального інструмента згідно прийнятої пірамідальної моделі (рис. 2).

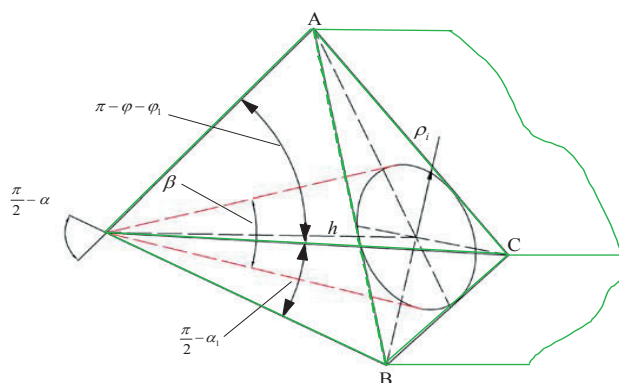


Рис. 2. Пірамідальна модель різального інструменту

Оскільки найкращі показники з отримання максимальної потужності віброакустичного сигналу залежні від геометрії інструмента, то є вочевидь що найкраще розташування перетворювача віброакустичного сигналу відбувається при рівності кутів ξ, η, σ . При цьому растровий кут β , який фактично відповідає кількості енергії яку отримає відчутник збільшується при наближенні площини перетворювача до крапки випромінювання, але з технологічного погляду немає сенсу і можливості розташовувати його безпосередньо в кінці випромінювання. Тому, оскільки растровий кут β вказує на максимально можливий діаметр чутливого елемента, то найкраще його використовувати згідно розрахунків (рис.3), коли теоретичні кути ξ, η, σ зорієнтовані на величину до $\frac{\pi}{2}$. Основним чинником такого висновку є те що, збільшення кутів поза межі $\frac{\pi}{2}$ не призводить до різкого підвищення ефективності використання перетворювача. Але при цьому необхідно зауважити що існує залежність від величини кутів оскільки залежність растрового кута β від зовнішніх розмірів різального інструменту має різкі зміни.

Окрім того необхідно зауважити що растровий кут β є фізико – математично зв'язаним з максимальним радіусом чутливого елемента - ρ . Реалізувати будову такого елемента у тіло інструмента неможливо і не доцільно. Тому реальні чутливі елементи мають радіуси у двічі, тричі менші за теоретично розраховані. У супротивному випадку його монтаж призведе до певних технічних труднощів і до значного зниження міцності різального інструменту що є не бажаним. Тобто як під-

сумок необхідно зауважити що теоретичні розміри не можуть бути реалізовані на реальному інструменті.

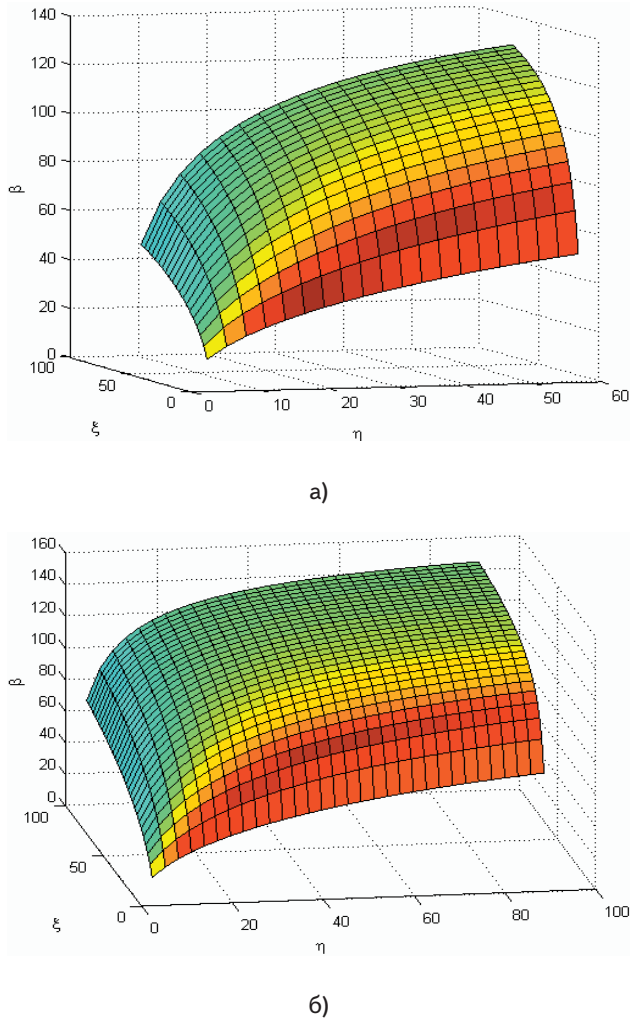


Рис. 3. 2.11. Розмір растрового кута β за (2) де: а) $0 \leq \xi, \eta, \sigma \leq \pi/3$, б) $0 \leq \xi, \eta, \sigma \leq \pi/2$

Кути які визначають напрямок l_k акустичного конусу визначаються наступним чином

$$\alpha' = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\xi}{2}},$$

$$\alpha'' = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\eta}{2}},$$

$$\alpha'_1 = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\eta}{2}},$$

$$\alpha''_1 = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\sigma}{2}},$$

$$\varphi' = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\sigma}{2}},$$

$$\varphi'' = \arctg \frac{\rho l_k}{\sin \frac{\xi}{2}},$$

де $\alpha', \alpha'', \alpha'_1, \alpha''_1, \varphi', \varphi''$ - кути при вершині робочого інструменту.

Аналізуючи залежності (4) можна зробити висновок про інваріантність суміжних кутів $\alpha' = \alpha''$, $\alpha'_1 = \alpha''_1$, $\varphi' = \varphi''$ в залежності від кутів ξ, η, σ що показано на рис. 4. Це доводить що обирати необхідні кути необхідно у межах більших за $20 - 30^\circ$, при цьому величина кутів буде знаходитися у межах ламінарної частини функцій (4) (рис. 4).

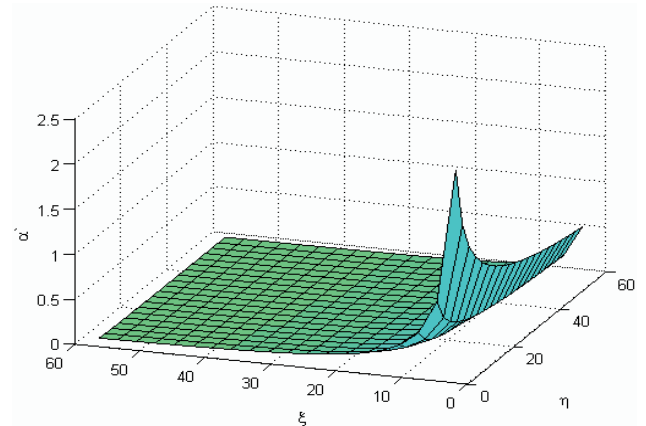
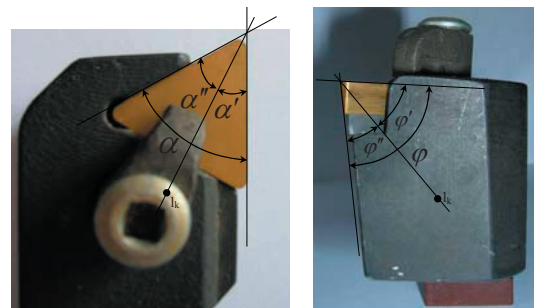


Рис. 4. Інваріантність кутів напрямку на чутливий елемент відносно проєкцій його граней

Для більшої показовості місця розташування перетворювача було розраховано можливі кути згідно (4) та довжини твірної l_k .

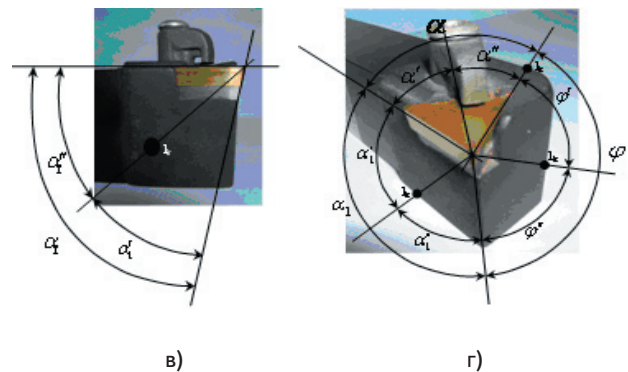
На рис. 5 зображено лівобічний підрізний різець з трикутною різальною пластинкою.



а)

б)

(4)



в)

г)

Рис. 5. Лівобічний підрізний різець з трасами координат до розташування перетворювача: а) вид зверху, б) вид попереду, в) вид збоку, г) вид під кутом попереду та зверху)

Для того щоб встановити відчутник на стандартний різальний інструмент необхідно вносити в його конструкцію ряд технологічних поверхонь основна задача яких утримувати відчутник у оптимальній площині.

3. Висновки

Розглянуто фізико-математичну модель розповсюдження віброакустичного сигналу. Це дало можливість побудувати теоретичні засади щодо координат розташування перетворювача в тілі різального інструменту.

Визначено основні математичні основи стосовно розташування віброакустичного елемента у масі рі-

зального інструменту. На основі розглянутих фізико-математичних засад розроблено загальну концепцію розташування перетворювача в тілі різального інструменту. Це надало можливість конкретизувати координати розташування перетворювача в тілі різального інструменту. Як наслідок цього вдалося зв'язати в одне ціле конструкцію різального інструменту і координати розташування перетворювача для досягнення максимального ефекту визначення моменту торкання.

Розглянуті позиції розташування перетворювача вказують на те, що необхідно розробляти нову конструкцію різального інструменту, який буде виконувати не тільки процес металообробки, але і забезпечувати процес контролю, що дозволить значно розширити його технологічні можливості.

Література

1. Тимчик Г.С. Відчутники контрольно-вимірювальних систем: монографія. //Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Вайнтрауб М.А., Клочко Т.Р. - К.: НТУУ «КПІ», 2008.-240 с.,- Бібліогр.: 232-239 с.
2. Скицюк В.І., Вимірювання форми деталі за статичного розташування та лінійного детермінованого руху різального інструмента. /Діордіца І.М., Науменко, В.І. Ж. //Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. –2005р.-Вип.29.-С.69-76.

Виконано перехід до безрозмірної математичної моделі дискретного гідропривода, в результаті чого форма запису рівнянь стала найпростішою, а кількість незалежних безрозмірних комплексів (критеріїв динамічної подоби) – мінімальною. Такий підхід - основа інженерної методики розрахунку

Ключові слова: дискретні гідроприводи, динамічна подоба, математична модель

Выполнен переход к безразмерной математической модели дискретного гидропривода, в результате чего форма записи уравнений стала наиболее простой, а количество независимых безразмерных комплексов (критериев динамического подобия) – минимальным. Такой подход – основа инженерной методики расчёта

Ключевые слова: дискретные гидроприводы, динамическое подобие, математическая модель

The transition to the dimensionless mathematical model of discrete hydraulic drive is carried out, resulting in a form of the equations become more simple, and the number of independent dimensionless complexes (dynamic similarity criteria) - the minimum. This approach - the basis of an engineering calculation method

Keywords: discrete hydraulic drives, dynamic similarity, mathematical model

УДК 621.05

О КРИТЕРИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ДИСКРЕТНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

Г.А. Крутиков

Доктор технических наук, доцент*

Контактный тел.: (057) 707-61-28

E-mail: gkrutikov@gmail.com

М.Г. Стрижак

Аспирант*

Контактный тел.: (057) 707-61-28

E-mail: mp9753@mail.ru

*Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропривод»

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

Введение

При расчётах гидроприводов сталкиваются с проблемой зависимости характера переходного про-

цесса в них от большого количества конструктивных и нагрузочных параметров. Это затрудняет систематизацию и обобщение расчётных данных. Однако решение подобных задач в других областях