

©Коваленко В.М., Тарасюк А.П.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРАЦІЙНОГО РІЗАННЯ ВОЛОКНИСТИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

1. Постановка проблеми в загальному виді

Приводяться результати дослідження вібраційного різання волокнистих полімерних композитів з врахуванням особливостей. Дано практичні рекомендації для дослідників.

2. Постановка завдання

Концепція ефективності вібраційного різання волокнистих полімерних композитів, що ґрунтується на врахуванні особливостей структурної побудови, фізико-механічних та теплофізичних властивостей, була запропонована на основі розроблених положень механіки різання композитів [1]. Згідно цієї концепції частота слідування циклів коливання ω залежить від структури композита, величини швидкості різання і напрямку армування відносно вектора головного руху різання.

3. Обґрунтування наукових результатів

Характер змін швидкості різання при цьому представлено на рис. 1.

Величина миттєвої швидкості різання визначається рівнянням:

$$V = V_0 + V_a \cdot \sin \omega \tau, \quad (1)$$

де V_a – величина амплітуди коливань змінної швидкості різання;

ω – циклічна частота коливань, рад/с;

τ – час, с.

Амплітуда коливань швидкості різання визначається через лінійну довжину армувальних елементів та елементів матриці.

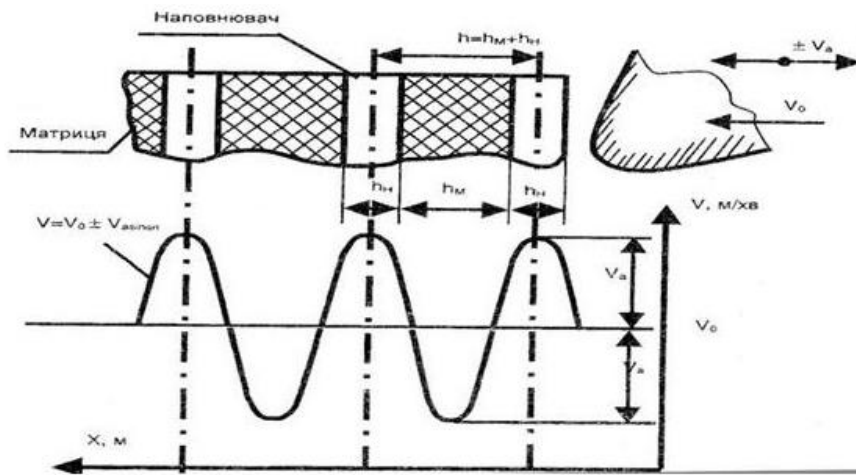


Рис. 1 – Характер зміни швидкості різання при вібраційній обробці

$$V_a = V_0 \frac{f_{\Xi} h_N - h_M}{f_{\Xi} h_N + h_M}, \quad (2)$$

де f_{Ξ} – енергетичний коефіцієнт, що визначається відношенням сил різання на ділянці обробки наповнювача композита і на ділянці обробки матриці. Рівняння переміщення інструменту одержимо, проінтегрувавши вираз (1)

$$X_{\text{інстр}} = \int (V_0 + V_a \cdot \sin \omega t) dt \quad (3)$$

або

$$X_{\text{інстр}} = V_0 t - A \cdot \cos \omega t, \quad (4)$$

де $A = V_a / \omega = V_a / 2\pi v$ – амплітуда коливань інструменту.

Враховуючи, що $v = V_0/h$, отримуємо:

$$A = \frac{V_a \cdot h}{2\pi V_0}. \quad (5)$$

Підставляючи замість V_a вираз (2) отримаємо:

$$A = \frac{(f_{\Xi} h_N - h_M)(h_N + h_M)}{2\pi (f_{\Xi} h_N + h_M)}. \quad (6)$$

Вібраційне різання з параметрами, що визначаються представленими вище залежностями ефективно для полімерів армованих окремими волокнами, тобто для нетканих волокнистих композитів. Однак, значно більше розповсюдження зараз мають волокнисті полімерні композити на тканинній основі (див. рис. 2), що мають слоїсту структуру

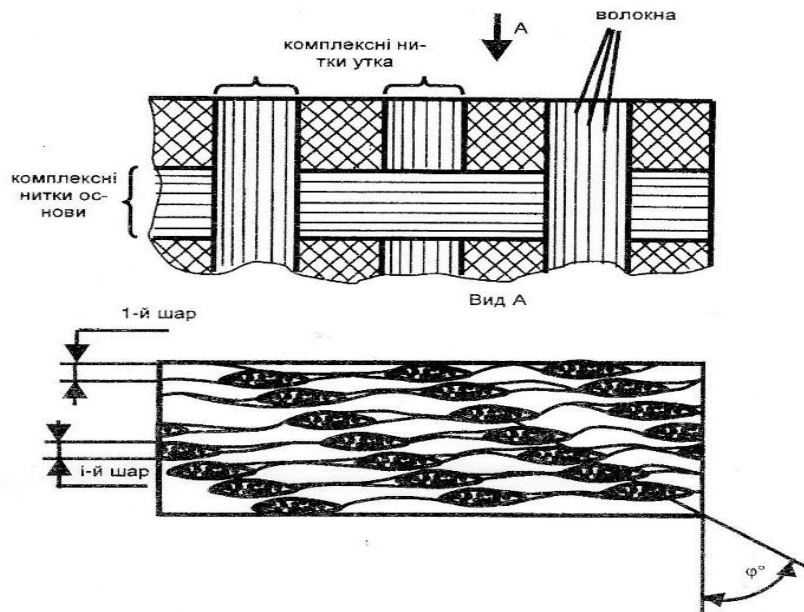


Рис. 2 – Структура слоїстого композита на тканинній основі

Для даного виду композиційних матеріалів запропоновані вище параметри вібраційного різання не дають такої ефективності процесу, як для нетканих, оскільки не враховується в повній мірі структурна будова матеріалу.

Для розрахунку параметрів вібраційного різання волокнистих полімерних композиційних матеріалів на тканинній основі нами запропонована розрахункова схема (див. рис. 3).

Ефект досягається за рахунок накладення коливань з частотою $V_h = V_0/H$ на коливання з частотою $V_h = V_0/h$ на ділянці H_H і відключення коливань з частотою V_h на ділянці H_M .

Спрощена схема технічного пристрою для вібраційного різання представлена на рис. 4.

Величина миттєвої швидкості різання на ділянках H_H визначиться рівнянням

$$V_{\Sigma} = V_0 + V_a \cdot \sin(2\pi V_0/H)\tau \quad (7)$$

На ділянці H_H

$$V_{\Sigma} = V_0 + V_a \cdot \sin(2\pi V_0/H)\tau + V_a \cdot \sin(2\pi V_0/h)\tau \quad (8)$$

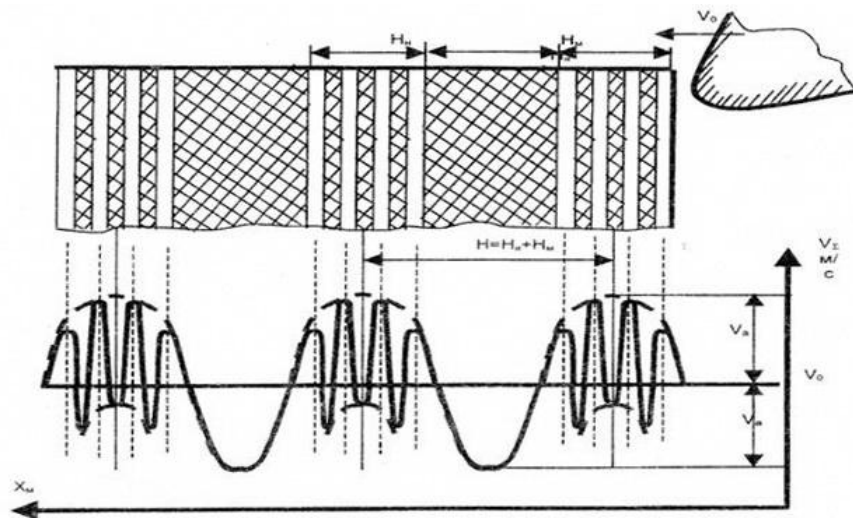


Рис. 3 – Характер зміни швидкості різання при вібраційній обробці волокнистих композитів на тканинній основі.

Амплітуда коливань швидкості різання на ділянці H_M визначається за формулою (2), а на ділянці H_H

$$V_a = [V_0 + V_a \cdot \sin(2\pi V_0 / H)\tau] \cdot \frac{f_{\exists} h_H - h_M}{f h_H + h_M} \quad (9)$$

Амплітуда коливань інструменту з частотою V_n визначається аналогічно формулі (6), тобто

$$A_H = \frac{(f_{\exists} H_H - H_M)(H_H + H_M)}{2\pi(f_{\exists} H_H + H_M)} \quad (10)$$

Очевидно, що запропонований спосіб вібраційного різання може бути ефективним тільки в випадку, коли кут нахилу головної ріжучої кромки λ дорівнює куту φ (див. рис. 2). Однак кут φ може не знаходитись в межах оптимальних значень кута нахилу головної ріжучої кромки, в такому випадку застосовують інструменти зі складною формою різальної частини.

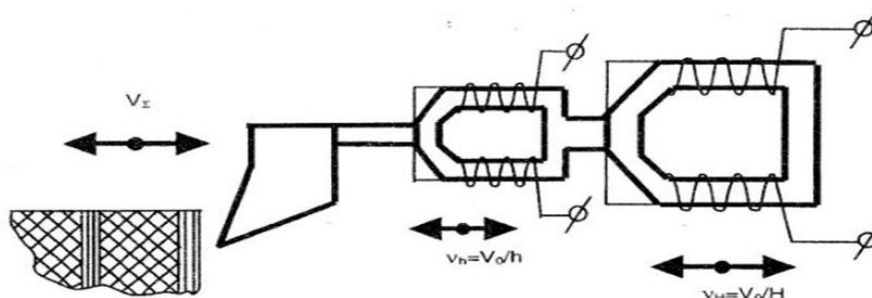


Рис. 4 – Спрощена схема вібраційного різання волокнистих полімерних композитів на тканинній основі

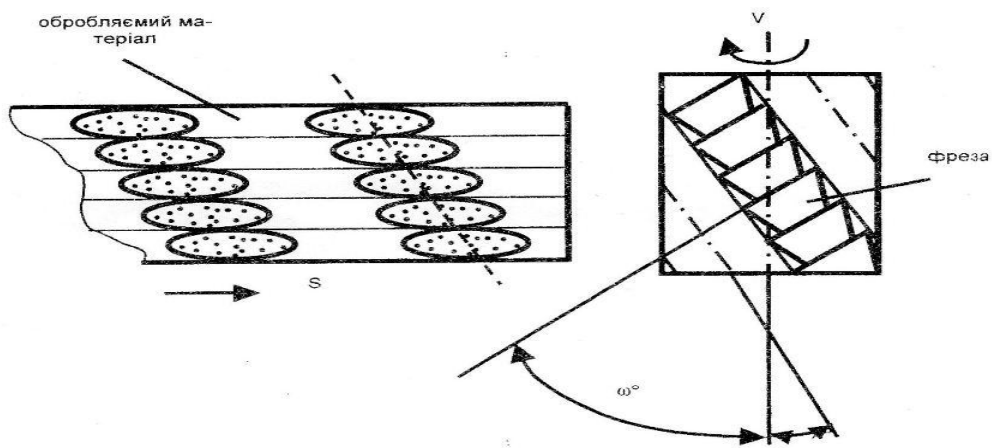


Рис. 5 – Приклад рахування структури композиту при виборі кута нахилу стружкової канавки для циліндричної фрези

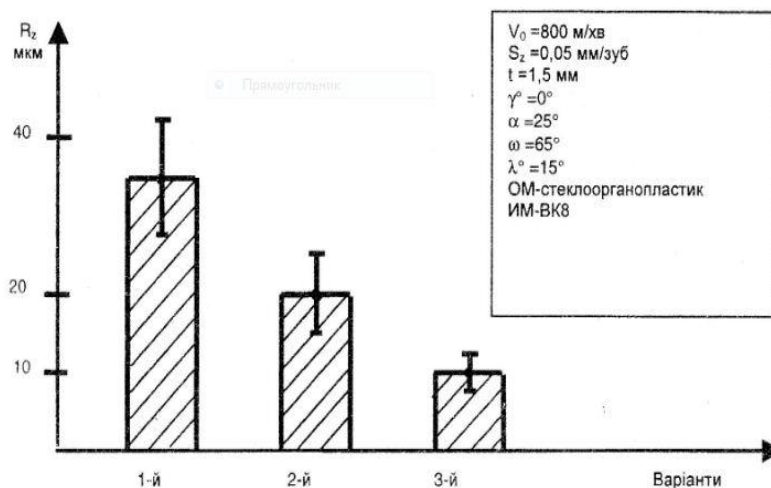


Рис. 6 – Шорсткість обробленої поверхні скло органопластики при трьох різних варіантах обробки

Приклад для циліндричної фрези приведено на рис. 5.

Порівняльні результати по якості обробленої поверхні для трьох різних варіантів обробки приведені на рис. 6.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Кут нахилу гвинтового зуба ω визначається шляхом досліджень по встановленню його оптимального значення, а кут нахилу стружкової канавки λ з врахуванням структури матеріалу для забезпечення ефективності вібраційного різання.

Перший варіант – циліндричне фрезерування, другий варіант – циліндричне фрезерування з накладенням коливань по закону згідно рис. 1, третій – циліндричне фрезерування з накладенням коливань по закону, згідно рис. 3.

Застосування запропонованої схеми вібраційного різання волокнистих полімерних композитів на тканинній основі для свердлування та точіння дають аналогічний результат.

Список використаних джерел:

1. Вerezуб Н. В. Научные основы высокоэффективных процессов механической обработки полимерных композитов : дис. ... д-ра техн. наук. / Н. В. Вerezуб. – Харьков, 1991. – 560 с.
2. Кумабэ Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ. – М. : Машиностроение, 1985. – 424 с.
3. Вerezуб Н. В. Механическая обработка волокнистых полимерных композитов / Н. В. Вerezуб, А. П. Хавин, А. А. Гетманов, А. П. Тарасюк. – Харьков: ХНАДУ «ХАДИ», 2001. – 180 с.

Коваленко В.Н., Тарасюк А.П. «Повышение эффективности вибрационного резания волокнистых полимерных композитов».

В данной статье определено, что угол наклона винтового зуба определяется путем исследований по установлению его оптимального значения, а угол наклона стружечной канавки с учетом структуры материала для обеспечения эффективности вибрационного резания.

Ключевые слова: эффективность, вибрационное резание, полимерный композит, структура материала, винтовой зуб.

Коваленко В.М., Тарасюк А.П. «Підвищення ефективності вібраційного різання волокнистих полімерних композитів».

В даній статі визначено, що кут нахилу гвинтового зуба визначається шляхом досліджень по встановленню його оптимального значення, а кут нахилу стружкової канавки, з врахуванням структури матеріалу для забезпечення ефективності вібраційного різання.

Ключові слова: ефективність, вібраційне різання, полімерний композит, структура матеріалу, гвинтовий зуб.

Kovalenko V.N., Tarasyuk A.P. “Increasing of the efficiency of vibratory cutting the fibrous polymer compounds”

This article stipulates that the helical tooth angle is determined by research to establish the optimum value and angle of flutes, based on the structure of the material to ensure the effectiveness of vibration cutting.

Key words: efficiency, vibratory cutting, polymer compound, material structure, helical tooth.

Стаття надійшла до редакції 24 листопада 2010 р.