

УДК 674.053:621.935.002.54

*Докторант І.Т. Ребезнюк,
канд. техн. наук – УкрДЛТУ*

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ МАКСИМАЛЬНОЇ ВЕЛИЧИНИ РОЗВЕДЕННЯ ЗУБА СТРІЧКОВОЇ ПИЛКИ НАБІК

Одержано математичну залежність для визначення раціональної максимальної величини розведення зуба набік залежно від товщини пилки та висоти розведення зуба набік. Установлено, що раціональна максимальна величина розведення зуба набік може бути більшою від половини товщини пилки на 2...10 %.

Doctorant I.T. Rebeznjuk – USUFWT

Definition of rational maximum magnitude of divorce tooth the leg in view of thickness of the saw

Mathematical association for definition of rational maximum magnitude of divorce of tooth on a leg is obtained depending on thickness of a saw and altitude of divorce of tooth on a leg. It is established, that rational maximum magnitude of divorce of tooth on a leg can be more than half of thickness of a saw on 2...10 %.

Відгинання зуба стрічкової пилки набік під час його розведення є величина змінна і залежить від багатьох факторів, серед яких є основні: порода та гідротермічний стан деревини, висота пропилу, типорозміри пилки [1]. Що стосується параметрів пилки, то визначальними для розведення зуба набік є її ширина і товщина.

Товщина пилки обмежує максимальне значення розведення зуба набік. В основному, рекомендують величину розведення зуба набік не більшою від половини товщини пилки. Недотримання цієї умови призводить до утворення на дні пропилу під час пиляння непропиленого клину і, як наслідок, якість пропилу різко погіршується, зростають сили, які викликають надмірне відгинання зубів пилки [1]. Особливого значення ця умова набуває при підготовленні вузьких колодопиляльних стрічкових пилок з найменшою серед пилок товщиною тіла (в межах 0,8...1,1 мм). Їх використовують для розпилювання деревини м'яких порід з великою вологістю та висотою пропилу. Як приклад, при використанні пилок товщиною 1,06 мм американської фірми Wood-Mizer раціональне значення максимальної величини розведення зуба набік є 0,53 мм. Однак, для розпилювання м'яких порід рекомендуються величини розведення зуба набік 0,56...0,63 мм [2]. Така неузгодженість рекомендацій за різними факторами дещо обмежує можливість процесу розведення зубів як засобу розширення зубчастого вінця.

У розведеного зуба положення його верхньої частини, яка формує пропил, дещо змінюється відносно тіла пилки. Це положення, в основному, залежить від: висоти h_p та величини S_1 розведення зуба [3]. Постає запитання, чи не вплине співвідношення величини S_1 до h_p на максимальну величину розведення зуба набік для певної товщини пилки?

На сьогодні в літературних джерелах відсутня інформація щодо дослідження з даного питання. З нашої точки зору доцільно дослідити величину максимального розведення зуба набік залежно від товщини пилки та висоти розведення зуба набік. Результати досліджень дадуть змогу вносити корективи у величину розведення зуба набік.

Дослідження виконували на основі аналізу поперечного перерізу стрічкової пилки з попарно розведеними зубами. Використовували пилки, зуби яких спочатку розводяться, а потім загострюються. За такої послідовності операцій з підготовки пилки головні різальні краї зубів будуть перпендикулярні до тіла пилки, а їх довжини будуть відмінні від товщини пилки (рис. 1).

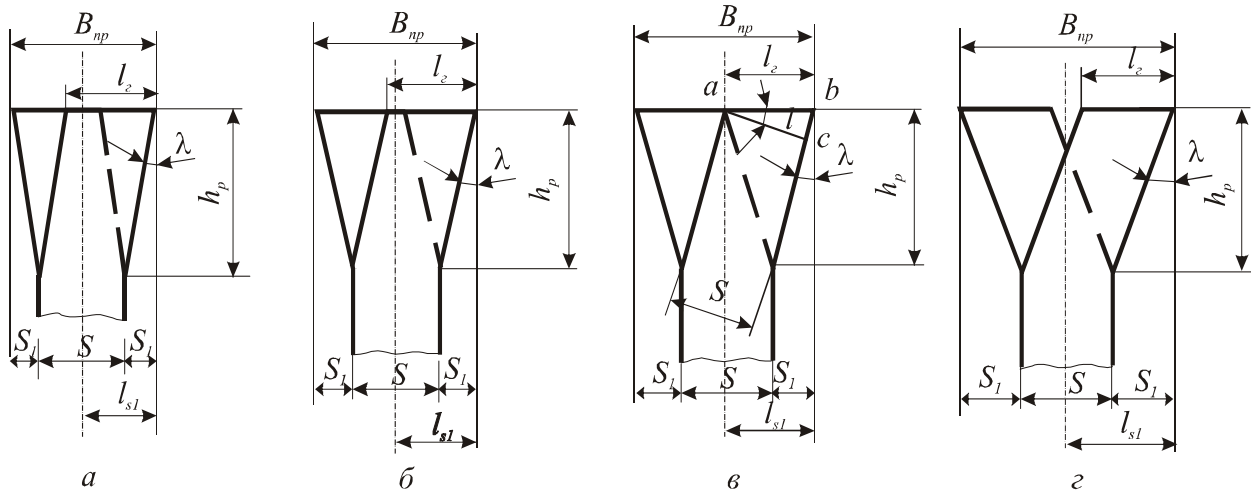


Рис. 1. Розведені та загострені зуби у поперечному перерізі:

a- $S_1 < S/2$; б- $S_1 = S/2$; в, з- $S_1 > S/2$

При розведенні зуба вершина b його тригранного кута (див. рис. 1, в) відводиться набік пилки на величину S_1 , щоб під час різання був зазор між тілом пилки та стінкою пропилу. Оскільки розведення зубів виконується в обидва боки, то ширина пропилу визначається

$$B_{np} = S + 2 \cdot S_1, \quad (1)$$

де S_1 – величина розведення зубів набік, мм.

Згідно з рекомендаціями [1], при попарному розведенні зубів набік величина S_1 може набирати значень

$$S_1 \leq \frac{S}{2}.$$

Це обумовлено тим, щоб відбувалось перекриття різальних крайок і, відповідно, на дні пропилу не утворювався непропилений клин [1] (див. рис. 1, а, б).

Однак з рис. 1 видно, що при подальшому збільшенні величини розведення зубів набік понад половину товщини пилки перекриття різальних крайок зберігається до певного значення S_1 (див. рис. 1, в). І лише збільшення величини розведення після цього певного значення призводить до неперекриття різальних крайок (див. рис. 1, г).

На основі аналізу рис. 1 можна сформулювати головну умову перекриття головних різальних крайок для попарно розведених зубів. Цю умову можна викласти наступним чином. При попарному розведенні зубів набік його раціональна величина (залежно від товщини пилки) повинна бути такою, щоб відстань від вершини зовнішнього тригранного кута по нормалі до середини пилки l_{s1} була не більшою, ніж довжина головної різальної крайки l_2 . Тобто

$$l_{S_1} \leq l_2. \quad (2)$$

Для розведених зубів, що зображені на рис. 1 а, б, в нерівність (2) задовольняється і, відповідно, забезпечується перекриття головних різальних крайок. Недотримання умов нерівності (див. рис. 1, г) призводить до неперекриття головних різальних крайок.

Для дослідження нерівності (2) потрібно визначити її складові. Згідно з рис. 1, відстань від вершини зовнішнього тригранного кута до середини пилки по нормалі визначається

$$l_{S_1} = \frac{S}{2} + S_1. \quad (3)$$

Довжину головної різальної крайки з трикутника Δabc (див. рис. 1, в) можна записати у вигляді

$$l_2 = \frac{S}{\cos \lambda}, \quad (4)$$

де λ – кут розведення зуба набік, град,

$$\lambda = \arctg \frac{S_1}{h_p}. \quad (5)$$

Як видно із залежностей (3), (4) і (5), величина розведення зуба набік S_1 впливає на обидві частини нерівності (2). Установимо зміну значень l_{S_1} і l_2 залежно від лінійних параметрів зубів та величини S_1 їх розведення набік.

Американська фірма Wood-Mizer для розпилювання м'яких порід пилюкою товщиною $S = 1,06$ мм рекомендує зуб висотою $h_3 = 6,4$ мм з величиною розведення зуба набік $S_1 = 0,56 \dots 0,63$ мм [2]. Згідно з існуючими рекомендаціями (залежно від товщини пилки), значення розведення зуба набік становитиме

$$S_1 = \frac{S}{2} = \frac{1,06}{2} = 0,53 \text{ мм.}$$

Результати розрахунку значень l_{S_1} і l_2 при висотах розведення $h_p = h_3; h_3 / 2$ наведено на рис. 2.

На рис. 2 лінія 1 – зміна відстані від вершини зовнішнього тригранного кута по нормалі до середини пилки l_{S_1} ; лінії 2 і 3 – зміна довжини головної різальної крайки відповідно при висотах розведення зуба набік $h_p = h_3 / 3; h_3 / 2$. Вище від лінії 1 зона, в якій забезпечується перекриття головних різальних крайок, нижче – не забезпечується. Лінії 2 і 3 показують, що на довжину головної різальної крайки окрім величини розведення зуба набік впливає і висота розведення. Різниця в довжині головної різальної крайки при висотах розведення $h_p = h_3 / 3; h_3 / 2$ сягає до 3 %.

Для величини розведення, що дорівнює половині товщини пилки $S_1 = S/2 = 0,53$ мм (точка а), при будь-якій висоті розведення h_p довжини головних різальних крайок будуть більшими (точки b і c), що забезпечить їх перекриття.

Зі збільшенням величини розведення зуба набік крайки перекриваються при висоті розведення $h_3 / 2$ до $S_1 = 0,545$ мм (точка d), а при висоті розведення $h_3 / 3$ до $S_1 = 0,568$ мм (точка e). І лише з подальшим збільшенням величини S_1 крайки не будуть перекриватися та погіршаться умови роботи зубів.

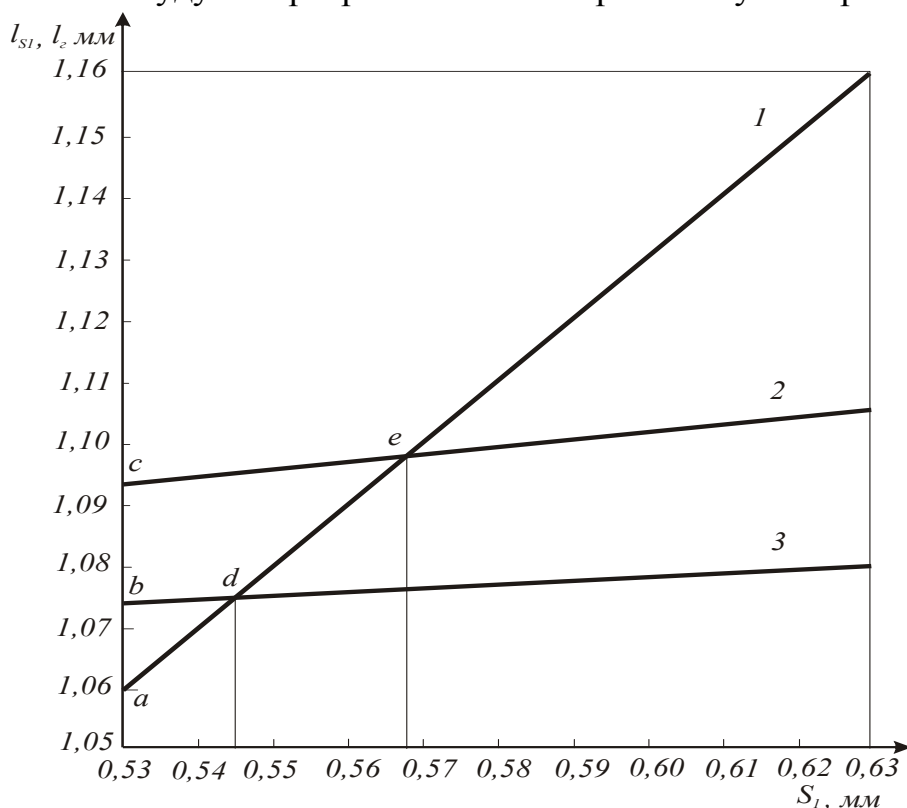


Рис. 2. Довжина головної різальної крайки та відстань від вершини тригранного кута до середини пилки, що вимірюється по нормалі, залежно від параметрів розведення: 1 – l_{s1} ; 2 – l_z (при $h_p = 1/3 h_3$); 3 – l_z (при $h_p = 1/2 h_3$)

Точки перетину ліній 2, 3 з лінією 1 (точки d і e) і будуть раціональними максимальними величинами розведення зуба набік для різних висот розведення зуба набік. Для знаходження їх значення необхідно розв'язати відносно S_{1max} рівняння

$$\frac{S}{2} + S_{1max} = \frac{S}{\cos \lambda}. \quad (6)$$

Згідно з [4], для $\lambda = \arctg \frac{S_{1max}}{h_p}$ можна записати

$$\lambda = \arccos \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{S_{1max}}{h_p} \right)^2}}.$$

Тоді рівняння (6) запишеться

$$\frac{1}{2} + \frac{S_{1max}}{S} = \sqrt{1 + \left(\frac{S_{1max}}{h_p} \right)^2}.$$

Виконавши математичні дії одержимо квадратне рівняння

$$\left(\frac{1}{h_p^2} - \frac{1}{S^2} \right) \cdot S_{1\max}^2 - \frac{S_{1\max}}{S} + \frac{3}{4} = 0. \quad (7)$$

Для цього розв'язок рівняння буде мати такий вигляд

$$S_{1\max} = \frac{\frac{1}{S} \pm \sqrt{\frac{4}{S^2} - \frac{3}{h_p^2}}}{2 \cdot \left(\frac{1}{h_p^2} - \frac{1}{S^2} \right)}.$$

Для існуючих умов розпилювання та величин параметрів, що досліджувались

$$S_{1\max} = \frac{\frac{1}{S} - \sqrt{\frac{4}{S^2} - \frac{3}{h_p^2}}}{2 \cdot \left(\frac{1}{h_p^2} - \frac{1}{S^2} \right)}. \quad (8)$$

Одержана математична залежність дає змогу розрахувати необхідну величину раціонального максимального розведення зуба набік залежно від товщини пилки з урахуванням висоти розведення зуба. Розрахунки показують, що за умови перекриття головних різальних крайок, величина розведення зуба набік може бути більшою від половини товщини пилки на 2...10 % (залежно від співвідношення висоти та величини розведення зуба набік).

Висновки

1. Одержано математичну залежність для визначення раціональної максимальної величини розведення зуба стрічкової пилки набік залежно від товщини пилки та висоти розведення зуба.
2. Установлено, що раціональна максимальна величина розведення зуба набік може бути більшою від половини товщини пилки на 2...10 % (залежно від співвідношення висоти та величини розведення зуба набік).
3. Отримана математична залежність дасть змогу дослідити раціональну максимальну величину розведення зуба набік залежно від товщини пилки з урахуванням умов процесу пиляння.

Література

1. Кірик М.Д. Підготовка дереворізальних інструментів до роботи та експлуатація. Посібник для ВНЗ. – Львів: Ахіл, 2002. – 408 с.
2. Wood Mizer Сьогодні, осень 2003 г. – 20 с.
3. Ребезнюк І.Т. Визначення заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть: Міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. №29. – С. 176...184.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.