

УДК 674.053:621.935 Докторант І.Т. Ребезнюк, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОГО ЗАДНЬОГО КУТА ПРИ ЗОВНІШНІЙ БОКОВІЙ РІЗАЛЬНІЙ КРАЙЦІ ЗУБА СТРІЧКОВОЇ ПИЛКИ

Установлено залежність кінематичного заднього кута при зовнішній боковій ризальній крайці зуба стрічкової пилки від величини та висоти його розведення, кутів зуба: переднього та загострення, кута різання.

Doctorant I.T. Rebeznjuk – USUFWT

Definition of a kinematical back corner at an external lateral cutting edge of a tooth of a tape saw

It is established dependence of a kinematical back corner at an external lateral cutting edge of a tooth of a tape saw from size and height of his divorce, corners of a tooth: forward and sharpenings and a corner of cutting.

Під час пиляння деревини стрічковою пилкою відбувається трансформація як головних кутів зубів пилки (при головній ризальній крайці), так і допоміжних (при бокових ризальних крайках), що позначається на зміні параметрів процесу різання [1, 2]. Якщо статичні головні кути зуба стрічкової пилки визначаються конструкцією зуба [1], то допоміжні (що утворюються після розведення зуба на бік) залежать від способу та параметрів його розведення [2].

Установлення закономірностей зміни кутів розведеного зуба при бокових ризальних крайках під час пиляння деревини дасть змогу коригувати величину сили тертя на бокових поверхнях зубів. Для цього потрібно установити залежності, які б давали змогу визначити кутові параметри розведеного зуба при боковій ризальній крайці під час пиляння деревини.

У роботі [2] установлено залежності для визначення статичного заднього кута при зовнішній боковій ризальній крайці зуба стрічкової пилки, яка бере участь у формуванні стінки пропилу. Визначається кут між дотичною до задньої поверхні зуба у даній точці бокової ризальної крайки та головною січною площиною (площиною пилки) у площині, що перпендикулярна до передньої поверхні зуба та головної січної площини. Однак для характеристики положення бокової поверхні зуба у пропилі потрібно знати кути між його зазначеними вище твірними у площині, що перпендикулярна до головної січної площини та збігається з напрямком результуючої швидкості різання v_c (площині різання у даній точці бокової ризальної крайки). Дослідження [2] статичного заднього кута при зовнішній боковій ризальній крайці зуба стрічкової пилки виконувалося для двох варіантів розведення, які тепер використовуються у виробництві. Відтак доцільно визначити залежності для кінематичного значення цього кута також для двох варіантів.

Щоб установити залежності, розглянемо три проекції розведеного зуба окремо для кожного випадку.

Випадок 1 – розведення зуба по бісектрисі кута загострення (рис. 1).

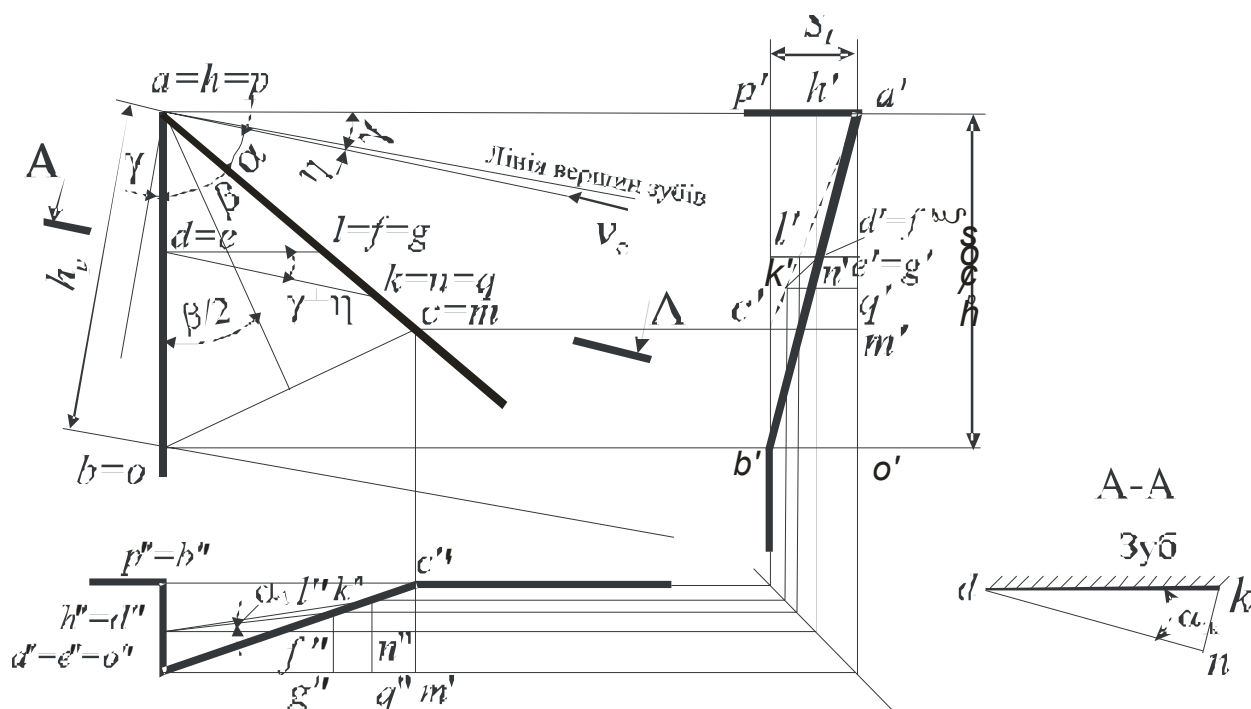


Рис. 1. Схема для визначення кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба, що розведений по бісектрисі кута загострення

З трикутника Δdnk (див. вигляд А-А, рис. 1) кінематичний задній кут при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки, що розведений по бісектрисі кута загострення, визначається за виразом:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1k} = nk / dn. \quad (1)$$

Катет dn з трикутника Δhdn (рис. 1) запишеться:

$$dn = \frac{hd \cdot \sin \beta}{\sin(90 - \beta - \gamma - \eta)}, \quad (2)$$

де: β – кут загострення зуба, град; γ – передній кут зуба, град; η – кут різання, град.

Для катета nk запишемо

$$nk = n''k'' = q''k'' - q''n'' = q'k' - q'n'. \quad (3)$$

Значення відрізка $q'k'$ визначимо на основі подібності трикутників $\Delta a'm'c'$ та $\Delta a'q'k'$, в яких $m'c' = S_1$, $a'm' = \frac{h_p \cos \beta}{\cos \gamma}$, $\frac{q'k'}{a'q'} = \frac{m'c'}{a'm'} = \frac{S_1 \cdot \cos \gamma}{h_p \cdot \cos \beta}$,

звідки
$$q'k' = \frac{a'q' \cdot S_1 \cdot \cos \gamma}{h_p \cdot \cos \beta}, \quad (4)$$

де: S_1 – величина розведення зуба на бік, мм; h_p – висота розведення зуба на бік, мм.

Вираз для визначення катета $a'q'$ можна записати:

$$a'q' = h'n' = h'd' + d'n' = h'd' + dn \cdot \sin(\gamma + \eta). \quad (5)$$

З трикутників $\Delta a'e'd'$ та $\Delta a'o'b'$

$$q'n' = e'd' = a'e' \cdot S_1 \cdot \cos \gamma / h_p. \quad (6)$$

Враховуючи, що $h'd' = a'e'$, і підставивши (4...6) у залежність (3), отримуємо:

$$nk = \frac{(h'd' + dn \cdot \sin(\gamma + \eta)) \cdot S_1 \cdot \cos \gamma}{h_p \cdot \cos \beta} - \frac{h'd' \cdot S_1 \cdot \cos \gamma}{h_p}. \quad (7)$$

Тоді, підставивши залежності (2) і (7) в (1) та зробивши математичні спрощення з урахуванням, що $hd = h'd'$ (див. рис. 1), отримуємо для кінематичного заднього кута (у будь-якій точці зовнішньої бокової різальної крайки зуба, при його розведенні по бісектрисі кута загострення) залежність

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{lk}} = \frac{S_1 \cdot \cos \gamma \cdot \sin(90 - \beta - \gamma - \eta)}{h_p \cdot \sin \beta} \cdot \left(\left(1 + \frac{\sin \beta \cdot \sin(\gamma + \eta)}{\sin(90 - \beta - \gamma - \eta)} \right) \cdot \frac{1}{\cos \beta} - 1 \right). \quad (8)$$

Випадок 2 – розведення зуба на бік за рекомендаціями американської фірми Wood-Mizer, коли лінія відгинання не перпендикулярна до бісектриси кута загострення (рис. 2) [2].

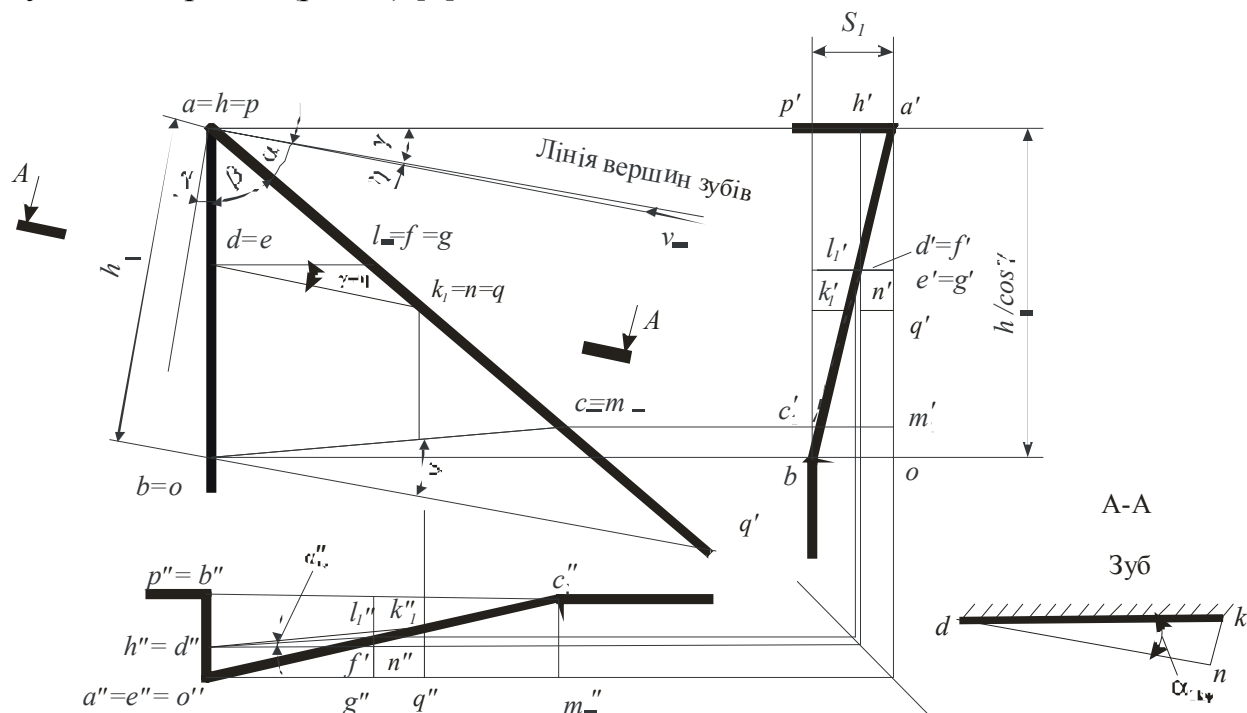


Рис. 2. Схема для визначення кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба, що розведений згідно з рекомендаціями фірми Wood-Mizer

З трикутника dnk_1 (див. вигляд А-А, рис. 2) кінематичний задній кут при зовнішній боковій крайці зуба, що розведений за рекомендаціями фірми Wood-Mizer, визначається за виразом

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{lkф}} = nk_1 / dn. \quad (9)$$

Катет dn визначається аналогічно до випадку 1 за залежністю (2).

Для катета nk_1 , згідно з рис. 2, запишемо

$$nk_1 = n''k_1'' = q''k_1'' - q''n'' = q'k_1' - q'n'. \quad (10)$$

З $\Delta a'm_1c_1'$, де $m_1c_1' = S_1$, можна записати

$$\frac{q'k'_1}{a'q'} = \frac{m'_1c'_1}{a'm'_1} = \frac{S_1}{a'm'_1},$$

звідки

$$q'k'_1 = \frac{a'q' \cdot S_1}{a'm'_1}. \quad (11)$$

З рис. 2 видно, що

$$a'q' = h'n' = h'd' + d'n' = h'd' + dn \cdot \sin(\gamma + \eta). \quad (12)$$

Для визначення $a'm'_1$, згідно з теоремою синусів для Δaom_1 , запишемо

$$\frac{am_1}{\sin(90 + \gamma - \psi)} = \frac{ao}{\sin(90 - \gamma + \psi - \beta)} = \frac{h_p}{\cos \gamma \cdot \sin(90 - \gamma + \psi - \beta)},$$

де ψ – кут між лінією відгинання зуба та лінією вершин зубів пилки, град.Оскільки $a'm'_1 = am_1 \cdot \cos \beta$, тоді

$$a'm'_1 = \frac{h_p \cdot \sin(90 + \gamma - \psi) \cdot \cos \beta}{\cos \gamma \cdot \sin(90 - \gamma + \psi - \beta)}. \quad (13)$$

З трикутників $\Delta a'e'd'$, де $e'd' = q'n'$, та $\Delta a'o'b'$ можна записати

$$q'n' = \frac{a'e' \cdot S_1 \cdot \cos \gamma}{h_p}. \quad (14)$$

Визначивши значення катета nk_1 (на основі залежностей (11...14)) і підставивши його разом із значенням катета dn у залежність (9), та зробивши математичні спрощення, отримаємо залежність для визначення кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки

$$\operatorname{tg} \alpha_{1\kappa\psi} = \frac{S_1 \cdot \cos \gamma \cdot \sin(90 - \beta - \gamma - \eta)}{h_p \cdot \sin \beta} \cdot \left(\left(1 + \frac{\sin \beta \cdot \sin(\gamma + \eta)}{\sin(90 - \beta - \gamma - \eta)} \right) \cdot \frac{\sin(90 - \gamma + \psi - \beta)}{\sin(90 + \gamma - \psi) \cdot \cos \beta} - 1 \right). \quad (15)$$

Із одержаних залежностей (8) та (15) видно, що на величину кінематичних задніх кутів при зовнішній боковій різальній крайці зуба, окрім величини та висоти розведення, кутів зуба: переднього та загострення, також впливає і кут швидкості різання η . Величина кута η , у свою чергу, залежить від подачі на зуб S_Z та кута подачі μ [3].

Нині у стрічкових пилках найбільш поширеними значеннями кутів зуба та параметрів його розведення, що рекомендується фірмою Wood-Mizer для розпилювання деревини твердих порід, є такі: $\gamma=8^\circ$, $\beta=52^\circ$, $S_1=0,4$ мм, $h_p=2,0$ мм.

Для зазначених значень параметрів зуба пилки за залежностями (8) та (15) виконували розрахунки величини кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба для двох різних випадків розведення. Величину кута μ визначали за [3], коли $\mu = 90^\circ$, $t = 22,2$ мм, $S_Z = 0,25$ мм. Результати розрахунків для кінематичного та статичного (згідно з [2]) задніх кутів при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки наведено на рис. 3.

З графіків видно, що величина кінематичних задніх кутів при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки, за будь-якого способу розведення, є більшою від величини статичних задніх кутів. Коли зуб розве-

дений по бісектрисі кута загострення, то величина $\alpha_{1к}$ у 1,29 раза більша від величини статичного заднього кута при боковій різальній крайці зуба α_1 . Для зуба, розведеного за рекомендаціями Wood-Mizer і при $\psi = 5...25^\circ$, величина $\alpha_{1к\psi}$ від величини $\alpha_{1\psi}$ більша ніж у 1,4 раза.

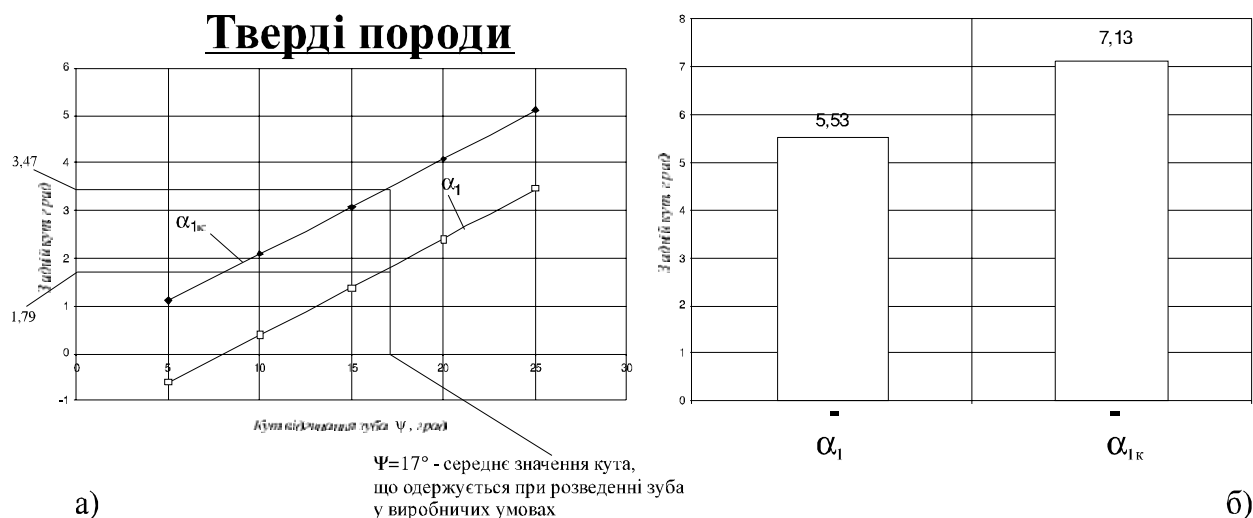


Рис. 3. Задні кути при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки для двох випадків розведення зуба: а – розведення за рекомендаціями фірми Wood-Mizer; б – розведення по бісектрисі кута загострення зуба

Порівняння результатів розрахунку для різних способів розведення зуба на бік показує, що величина кінематичних задніх кутів при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки, розведеного по бісектрисі кута загострення, є більшою у 2 рази порівняно з тим, коли лінія відгинання вершини зуба не перпендикулярна до бісектриси кута загострення і середнє значення кута ψ , що одержується при розведенні зуба у виробничих умовах, дорівнює 17° . Зменшення кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки за різних способів його розведення призведе до зменшення площі контакту по зовнішній боковій поверхні зуба з деревиною майже вдвічі. І, як наслідок, зменшиться сила тертя та нагрівання зуба по цій поверхні, що позитивно позначиться на різанні деревини вузькою стрічковою пилкою.

Висновки

1. Установлено, що на величину кінематичного заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки, окрім лінійних та кутових параметрів розведеного зуба, також впливає і кут швидкості різання.
2. Установлено, що із двох способів розведення зубів (залежно від орієнтування лінії відгинання зуба) більш раціональним є спосіб, за якого лінія відгинання зуба перпендикулярна до бісектриси кута його загострення.
3. У пристроях для розведення зубів вузьких стрічкових пилок крайки затискних пластин необхідно орієнтувати так, щоб відгинання вершини зуба виконувалось по лінії, що перпендикулярна до бісектриси кута його загострення. Таке розведення зуба поліпшить умови пиляння деревини стрічковою пилкою.

Література

1. Кірик М.Д. Підготовки дереворізальних інструментів до роботи та їх експлуатація. Посібник для ВНЗ. – Львів: Ахіл, 2002. – 408 с.
2. Ребезнюк І.Т. Визначення заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. – Львів: УкрДЛТУ, 2003, вип. 29. – С. 176-184.
3. Ребезнюк І.Т. Визначення кута швидкості різання на горизонтальних стрічкопилкових верстатах. – Наук вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.8. – С. 186-191.

УДК 674.815

*Інж. В.І. Полоз – Коломийський коледж;
проф. В.В. Шостак, д-р техн. наук – УкрДЛТУ*

ОПТИМАЛЬНА ПЕРІОДИЧНІСТЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ

Розроблено цільову функцію оптимізації періодичності технічного обслуговування та ремонту, критерієм фактичної годинної продуктивності верстата за ремонтний цикл. Встановлено, що коефіцієнт готовності обладнання для подрібнення деревини залежить від параметра потоку відмов і середнього часу відновлення.

Eng. V.I. Poloz; prof. V.V. Shostak – USUFWT

Optimum periodicity of maintenance service and repair of the equipment for crushing wood

Criterion function of optimization periodicity maintenance service and repair behind criterion of actual hour productivity of the machine tool for a repair cycle is developed. It is established that the factor of readiness equipment for crushing wood depends from parameter of a stream refusals and average time of restoration.

На більшості підприємств ще існує практика, за якої верстати експлуатуються до відмови і навіть до аварії. Така практика не тільки економічно не вигідна, але й небезпечна для людей, які працюють на верстатах і живуть у промислових районах. Ремонт давно перестав бути другорядною справою. Його організація у масштабах окремих підприємств і цілих галузей, навіть цехів і окремих верстатів вимагає наукового підходу. Звичайно певні витрати на ремонти треба робити завжди – немає вічних машин, немає незрошуваних матеріалів, але зменшити ці витрати, їх регулювати можна і необхідно. У кожному конкретному випадку витрати на ремонт і простої в ремонті визначаються не тільки величиною зношення машини, але і своєчасністю ремонту. Передчасні і запізнїлі ремонти однаково вимагають більших витрат матеріалів, енергії більших коштів. Іншими словами – виконання ремонтів за оптимальними науково обґрунтованими термінами – рівнозначно зменшенню витрат на ремонти.

Що ж таке оптимальні терміни ремонтів? Коли ремонтувати машину? Коротка і, здавалося б, вичерпна відповідь: коли настане її зношення. Шкода, але ця відповідь дуже розпливчата. Саме поняття зношення, для машини в цілому, має деяку невизначеність. Резонно також поставити запитання: який кінцевий результат потрібно одержати після визначення оптимальних термі-