

УДК 674.053:621.935

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ РОЗВЕДЕННЯ
ЗУБЦЯ СТРІЧКОВОЇ ПИЛКИ**

Ребезнюк І.Т., к.т.н., доц.

(Національний лісотехнічний університет України)

Дзюба Л.Ф., к.т.н., доц.

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

Колесник К.К., к.т.н., асис.

(Національний університет “Львівська політехніка”)

На основі досліджень напружено-деформованого стану двох типів моделей розведених зубців обґрунтовано вибір раціонального способу розведення зубців стрічкової пилки на бік.

Ключові слова: стрічкова пилка, розведений зубець, модель

Під час підготовки стрічкової пилки до роботи, як один із способів розширення зубчастого вінця, виконується розведення зубців пилки на бік. На сьогодні є різні способи розведення зубців [1, 2]. Під час розведення зубець з трикутної пластини стає тілом з досить складною геометрією.

Розглянемо частину зубця, що обмежена знизу площиною $abcd$ (рис.1). Нижня частина зубця 1 $abcdefgh$, що суміжна з частиною 4 й затискається під час розведення затискними пластинами, залишається незмінною після розведення. Вище від ліній fg і eh , положення яких залежить від розміщення верхніх крайок затискних пластин, зубець викривляється до точки прикладання сили від розвідного бойка (точка i). Середня частина зубця 2 є викривлена та обмежується зверху площиною $jklm$, що паралельна до площини $fghe$ і проходить через точку i . Верхня частина зубця 3, що міститься вище від площини $jklm$, залишається не викривленою, проте змінює своє положення відносно нижньої частини зубця 1. Отже, розведений зубець є тілом досить складної конфігурації.

Для дослідження напружено-деформованого стану такого тіла можна використати метод скінченних елементів [3, 4]. Для цього треба побудувати твердотільну модель розведеного зубця. Таку побудову можна провести в середовищах систем для твердотільного проектування, таких як Solid Works, Solid Edge, Компас, I-Deas, Catia тощо [5]. Надалі таку модель буде достатньо просто розділити на скінченні елементи.

Відповідно до способів розведення зубця пилки на бік вирізняються два типи розведеного зубця.

Перший тип розведеного зубця одержується тоді, коли лінія затискання зубця орієнтується перпендикулярно до бісектриси кута загострення зубця, згідно з рекомендаціями (див. рис.1) [1]. У цьому випадку лінію, що обмежує невикривлену верхню частину зубця 3, будемо вважати прямою, що також перпендикулярна до бісектриси кута загострення зубця. Форма викривленої середньої частини зубця 2 близька до циліндричної.

Другий тип розведеного зубця отримується тоді, коли лінія затискання орієнтується паралельно до лінії вершин зубців, згідно з рекомендаціями американської фірми "Wood-Mizer" (рис. 2) [2]. Вказаний спосіб розведення сьогодні широко використовується на виробництві для підготовки вузьких колодопиляльних стрічкових пилок. За таких умов затискання зубця його нижня частина 1 матиме трохи іншу форму порівняно з формою нижньої частини зубця першого типу. Знизу нижня частина зубця 1 обмежується аналогічно площиною $abcd$, однак зверху - площиною $fghe$, що паралельна до лінії вершин зубців.

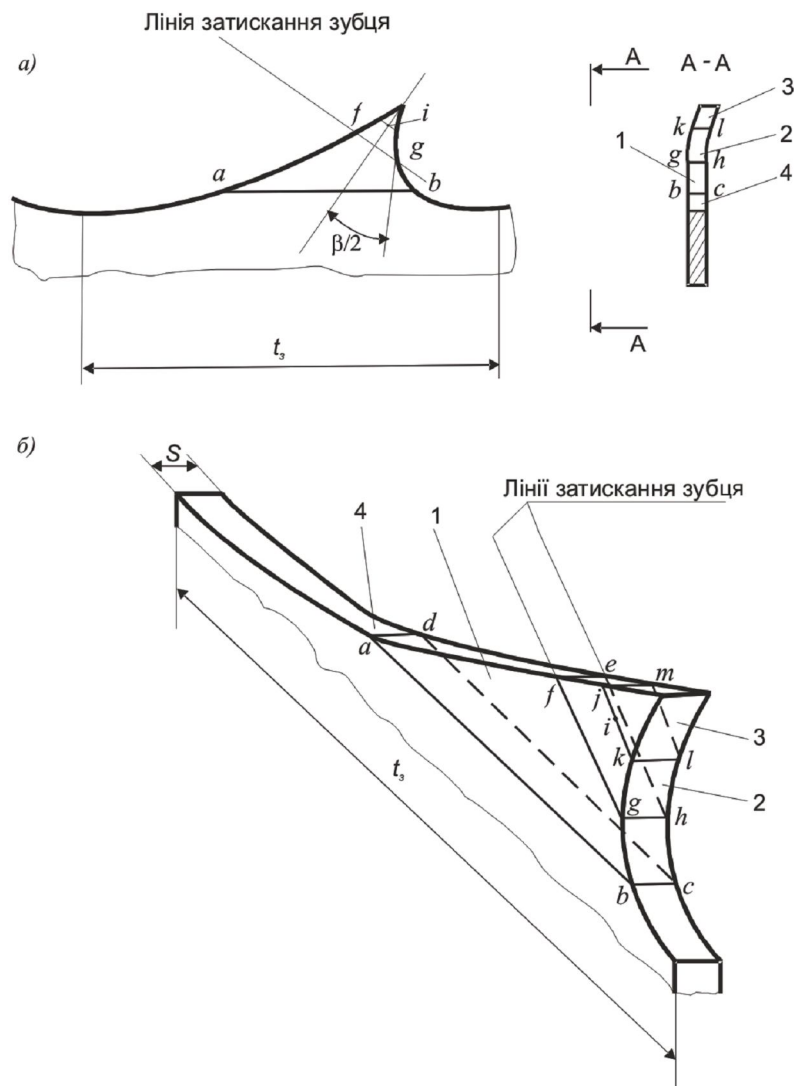


Рис.1. Розведений зубець пилки першого типу: а) дві проекції зубця; б) зубець в ізометрії

Відгинання зубця також здійснюється по всій довжині лінії затискання fg і eh . Однак суттєва зміна форми викривленої поверхні починається з ліній fg і eh , що розміщені під певним кутом до лінії вершин. Для визначення цього кута виконані дослідження зубців двадцяти виробничих взірців стрічкових пилок, що підготовлялись на вітчизняних та закордонних розвідних пристроях. Дослідження показали, що лінія суттєвого викривлення розміщується під кутом $9...25^\circ$ до лінії вершин (середнє значення кута 17°).

Викривлена середня частина зубця складається з двох ділянок: перша $fgjkeh$ з незначним викривленням; друга $jghklmno$ - з істотним викривленням. Форма викривленої середньої частини зубця 2 (див. рис. 2) близька до конусоподібної. Лінії lm та on , що обмежують невикривлену верхню частину зубця 3, вважаємо паралельними до лінії початку істотного викривлення fg . Відповідно площини $jghk$ і $lmno$ є паралельними. Верхня частина зубця 3 залишається також не викривленою, але зміна положення відносно нижньої частини не подібна на зміну верхньої частини розведеного зубця першого типу.

Відповідно до двох типів розведеного зубця створено дві твердотільні моделі.

Модель першого типу розведеного зубця зображено на рис. 3, а.

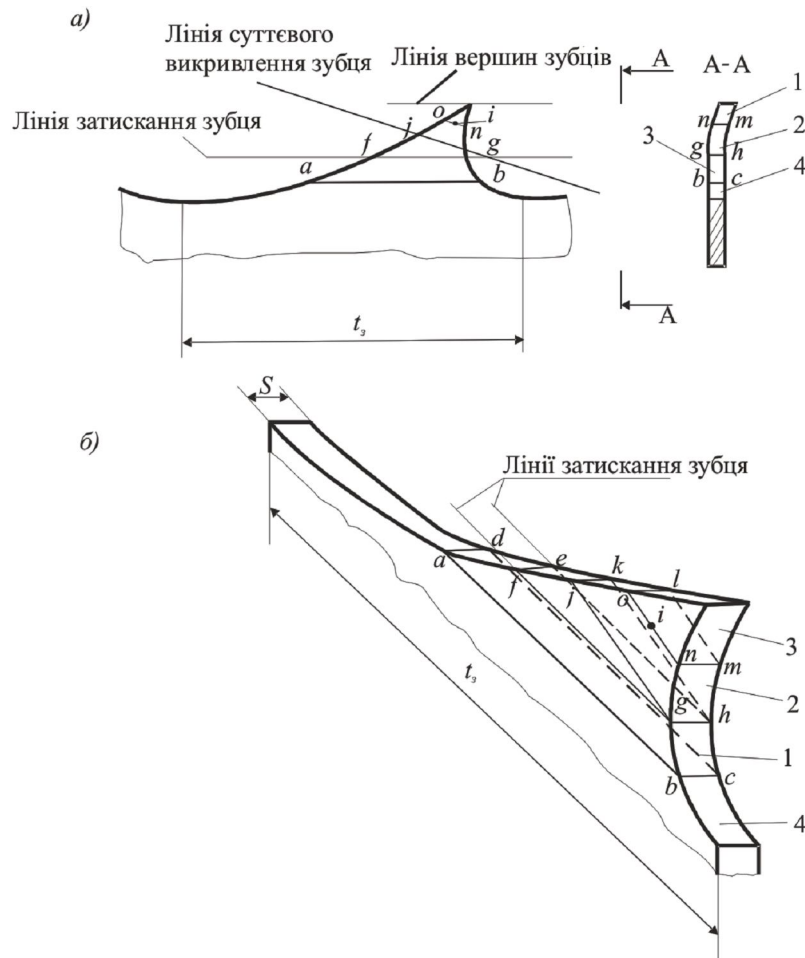


Рис.2. Розведений зубець пилки другого типу: а) дві проекції зубця; б) зубець в ізометрії.

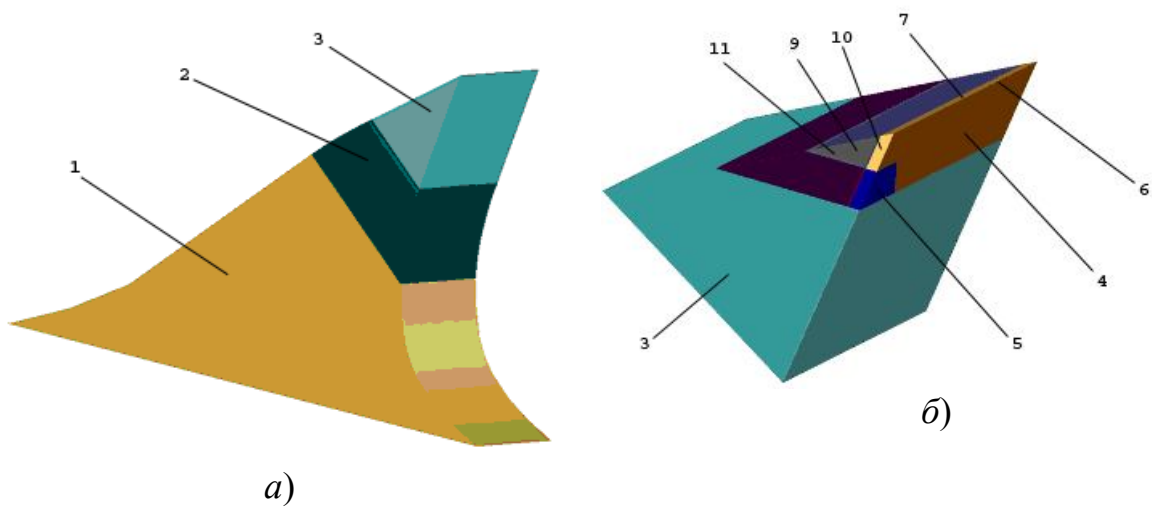


Рис. 3. Твердотільна модель розведеного зубця стрічкової пилки першого типу: а) зубець; б) верхня частина зубця

Основні частини зубця: нижня 1, середня 2 та верхня 3, охарактеризовані вище. Викривлена середня частина зубця 2 побудована координатним способом за п'ятьма точками, що лежать на бісектрисі кута загострення. Верхня частина розведеного зубця 3 розміщена так, що зовнішня вершина леза зубця віддалена на 0,5 мм по нормалі від прямолінійної бокової поверхні нижньої частини зубця, що становить половину товщини пилки.

У верхній частині 3 твердотільної моделі зубця виділено поверхні та різальні кромки, що контактують із деревиною в процесі різання (рис. 3, б). По передній поверхні площа контакту 4 зубця з деревиною переважно визначається за поперечним перерізом шару деревини, що зрізується. У розведеного зубця ця поверхня є здебільшого у вигляді паралелограма з вилученням невеликої трапецеподібної ділянки 5. Наявність такої ділянки зумовлена перекриттям розведених в різні боки зубців в процесі різання. Головна різальна кромка 6 контактує з деревиною на всій своїй довжині. Площа контакту по головній задній поверхні зубця залежить від заднього кута зубця та особливостей пружного відновлення деревини. У побудованій твердотільній моделі задня контактна поверхня задана у вигляді паралелограма 7. Зовнішня бокова різальна кромка зубця контактує з деревиною на довжині, що пропорційна подвійній подачі на зубець. Контактна ділянка 8 по зовнішній боковій поверхні зубця залежить від положення верхньої частини зубця в пропилі та особливостей пружного відновлення деревини. У твердотільній моделі ця поверхня задана у вигляді чотирикутника. Внутрішня бокова різальна кромка зубця контактує з деревиною на довжині, що пропорційна подачі на зубець. Контактна ділянка по внутрішній боковій поверхні зубця залежить від величини подачі на зубець та величини розведення зубця на бік. У твердотільній моделі зубця ця поверхня задана у вигляді трикутника 9, що складається з чотирикутника 10 та трикутника 11. На цих виділених поверхнях та крайках у процесі різання на зубець діють поверхневі сили.

Модель другого типу розведеного зубця зображено на рис. 4. Основні особливості побудови елементів моделі другого типу розведеного зубця аналогічні до особливостей побудови елементів моделі першого типу розведеного зубця.

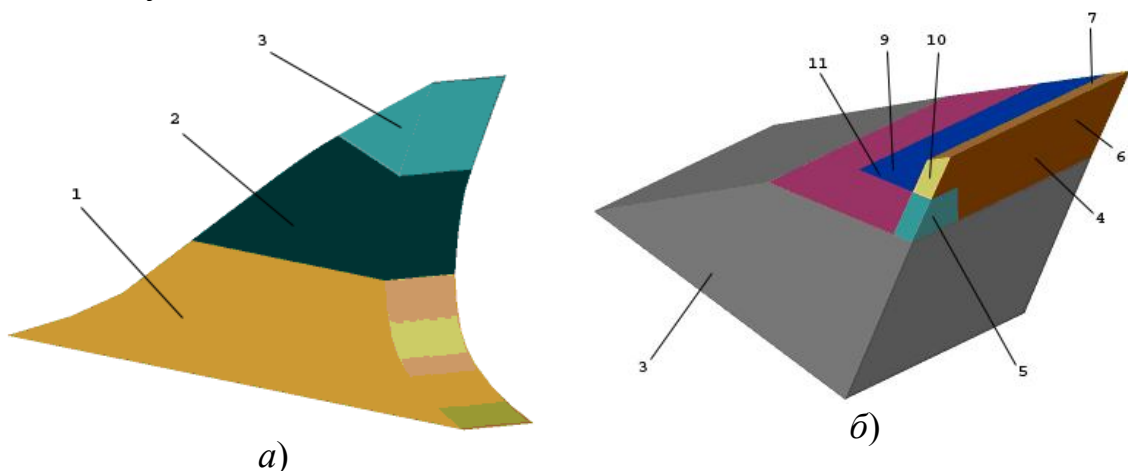


Рис. 4. Твердотільна модель розведеного зубця стрічкової пилки другого типу: а) зубець; б) верхня частина зубця

Відмінність полягає в тому, що площа контакту по зовнішній боковій поверхні зубця, згідно з дослідженнями [6], збільшується майже вдвічі. Це відбувається внаслідок зміни положення верхньої частини зубця в пропилі через інше положення лінії затискання зубця під час розведення.

Таке детальне моделювання складових частин контактної поверхні зубця з деревиною дає змогу достатньо точно врахувати характер розподілу сил між зубцем та деревиною. Відповідно до зазначеної різниці в площах контакту по зовнішній боковій поверхні зубця зміняться й складові сили різання. Площа контакту по внутрішній боковій задній поверхні між зубцем і деревиною не зміниться за різних способів розведення, проте зміняться умови тертя. Це призведе до зменшення сили, яка діє по цій поверхні. Відповідно до виконаних досліджень [7], прогнозоване зменшення сили по внутрішній боковій поверхні становитиме 10...20%. Тому вказані відмінності враховували в дослідженні напружено-деформованого стану розведеного за різними способами зубця стрічкової пилки [8].

Оскільки розведений зубець пилки в процесі роботи повертається в нерозведений стан, то найбільший інтерес для дослідження становить переміщення вершини зубця по нормалі до прямолінійної бокової поверхні нижньої частини зубця. Як показали подальші дослідження із застосуванням методу скінченних елементів та обчислювальної системи COSMOS/M [8] у розведених зубців обох типів під дією сили максимально переміщується вершина зубця. У розведеного зубця пилки першого типу максимальне переміщення вершини зубця становить $9,1 \cdot 10^{-7}$ м. Для розведеного зубця другого типу зазначене переміщення становить $1,266 \cdot 10^{-6}$ м.

Отже, для розведеного зубця пилки другого типу переміщення зростає, як показали дослідження, приблизно на 28%. Із отриманих результатів випливає, що розведений зубець стрічкової пилки першого типу є раціональнішим порівняно із зубцем другого типу.

Висновки

1. Створені твердотільні моделі двох типів розведеного зубця в сучасних системах для автоматизованого твердотільного проектування дають змогу: побудувати сітки скінченно-елементних моделей з урахуванням геометрії розведеного зубця, розпізнати область із сильною зміною геометричних параметрів – викривлені середні ділянки розведеного зубця, генерувати сітку скінченних елементів різної форми та розмірів, змінювати фізико-механічні властивості матеріалу зубця та значення силових навантажень вузлів сітки на контактних поверхнях із деревиною.

2. Обґрунтовано, що раціонально розводити зубець стрічкової пилки так, щоб лінія відгинання його вершинної частини була перпендикулярна до бісектриси кута загострення.

Список літератури

1. Кірик М.Д. Підготовлення дереворізальних інструментів до роботи та їх експлуатація. Посібник для ВНЗ. – Львів: Ахіл, 2002. - 408 с.

2. Wood-Mizer сегодня, осень 2003.- 20 с.
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
4. Rusinski E. Metoda elementow skonczonech. System Cosmos/M. – Warszawa: WKL, 1994. – 392 s.
5. Аведьян А.Б., Аверкина Л.А., Бузлаев Д.В., Данилин А.Н., Зуев Н.Н. САД/САЕ-программы для проектирования и расчёта инженерных конструкций //RM-magazine.– М., 1998.– № 2. – С. 44...45.
6. Ребезнюк І.Т. Визначення заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зубця стрічкової пилки. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. Випуск № 29, Львів, УкрДЛТУ, 2003.- С. 176...184.
7. Ребезнюк І. Т., Дзюба Л. Ф. Розподіл сили на зубі стрічкової пилки // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – Львів. – 2005, №539. – С. 92...96.
8. Ребезнюк І. Т., Дзюба Л. Ф. Дослідження напружено-деформованого стану розведених зубів стрічкової пилки // Машинознавство. – Львів. – 2005, №9. – С. 27...29.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА РАЗВЕДЕНИЯ ЗУБА ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ

Ребезнюк И.Т., Дзюба Л.Ф., Колесник К.К.

На основе исследований напряженно деформированного состоянию двух типов моделей разведенных зубцов обоснованно выбор рационального способа разведения зубцов ленточной пилочки на бок.

Abstract

SUBSTANTIATION OF RATIONAL METHOD OF SPRING SETTING A TOOTH OF A BAND SAW

I.T. Rebeznjuk., L.F. Dzijuba, K.K. Kolesnyk,

On the basis of researches of the tensely-deformed state of two types models of spring seted a saw tooth is substantiated choice of rational method of spring setting teeth of a tape saw on a side.

Keywords: band saw, spring seted teeth a saw tooth, model