

УДК 674.053:621.934

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПИЛЯННЯ ДЕРЕВИНИ КРУГЛОЮ ПИЛКОЮ З ГРУПОВИМ РОЗМІЩЕННЯМ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Пилипчук М.І., доц., к.т.н; Тарас В.І., аспірант
(Національний лісотехнічний університет України)

Визначено оптимальні конструкційні параметри круглої пилки з груповим розміщенням різальних елементів FZ/WZ та проведено експериментальні дослідження даною пилкою, в результаті яких отримано регресійну залежність точності розпилювання дощок від подачі на зубець, висоти пропилу і породи деревини. На основі аналізу результатів експерименту встановлено, що точність розпилювання круглою пилкою з різальними елементами FZ/WZ знаходиться у межах $\pm 0,35 \dots 0,85$ мм, що відповідає вимогам діючих стандартів ($\pm 1,0$ мм).

Ключові слова: *кругла пилка, точність, чинник, експеримент.*

Актуальність теми дослідження

Продуктивність круглопилкових верстатів та якість пиломатеріалів, що виготовляються, мають пряму залежність від режимів пиляння і правильного вибору конструкції пилки [1]. На круглопилкових верстатах для поздовжнього розпилювання масивної деревини найчастіше використовують твердосплавні круглі пилки з формою пластин твердого сплаву FZ (з прямим загостренням по задній поверхні) та для зменшення потужності на різання застосовують пилки з формою пластин WZ (з косим загостренням по задній поверхні).

Підвищення точності розпилювання на круглопилкових верстатах з одночасним зниженням енергоємності процесу пиляння можливе шляхом застосування нової конструкції пилки з груповим розміщенням різальних елементів FZ/WZ [2, 3, 4].

На основі вище сказаного, вважаємо актуальним обґрунтування оптимальних конструкційних параметрів круглої твердосплавної пилки з груповим розміщенням різальних елементів FZ/WZ для поздовжнього розпилювання масивної деревини, що дозволить підвищити точність пиляння та зменшити енергоємність процесу пиляння на круглопилкових верстатах.

Окрім цього, за умови високої продуктивності ще не досягнуто рівня необхідної якості розпилювання [5], тому вважаємо необхідним виконання експериментальних досліджень впливу режимних чинників на точність пиляння пилкою з різальними елементами FZ/WZ, з метою визначення оптимальних режимів за показником точності.

Обґрунтування конструкційних параметрів пилки типу FZ/WZ

Діаметр пилки визначено з врахуванням товщини пиломатеріалів, що розпилюються (дошки із твердих порід деревини товщиною 19...65 мм та 19...100 мм – із м'яких порід) [1]. Для поздовжнього розпилювання дошок на круглопилкових верстатах з верхнім або нижнім розміщенням пилки відносно стола оптимальним є мінімально допустиме значення діаметра круглої пилки, яке для вищевказаної максимальної висоти пропили рівне $D = 315$ мм.

Кількість зубців пилки впливає як на точність розпилювання, так і на потужність різання [2]. Із збільшенням кількості зубців, що одночасно приймають участь у різанні, підвищується точність розпилювання, але зростає потужність на різання. На основі попередніх експериментальних досліджень точності розпилювання трьома пилками однакового діаметру із різною кількістю зубців ($FZ/WZ = 8/16; 12/24; 16/32$) встановлено, що пилка із загальною кількістю зубців $z_{заг} = 36$ ($FZ/WZ = 12/24$) шт. забезпечує найвищу точність пиляння (у межах $\pm 1,0$ мм), тому саме таку кількість зубців прийнято за оптимальну.

Величина виступу (m_6) зубця FZ забезпечує стійкість пилки у пропилі за умови, коли подача на зубець S_z буде меншою за величину його виступу [4]. Для дослідного взірця пилки FZ/WZ прийнято величину виступу зубця FZ $m_6 = 1,0$ мм, оскільки під час зміни швидкостей подавання заготовок у межах 8...24 м/хв максимальне значення $S_z = 0,75$ мм, тобто вищезазначена умова стійкості пилки у пропилі виконується.

Товщина диска пилки впливає на точність розпилювання через жорсткість тіла пилки. Провідні українські фірми-виробники (Інтекс, Поділля, Механік) виготовляють круглі пилки діаметром 315 мм, товщиною 2,2...3,0 мм [2]. Товщина дослідного взірця пилки FZ/WZ відповідає середньому значенню, тобто $S = 2,6$ мм. *Ширина зубчастого вінця* пилки FZ/WZ формується трьома зубцями, а саме: зубець FZ рівний товщині тіла пилки, а зубці WZ ширші від товщини тіла пилки на величину $S_1 = 0,7$ мм. Загальна ширина зубчастого вінця пилки становить 3,8 мм. Така конструкція пилки може застосовуватись для розпилювання як м'яких (сосна, ялина, модрина) порід деревини, так і твердих (дуб, бук, ясень).

Отже, конструкція дослідного взірця круглої пилки має такі параметри: $D = 315$ мм, $S = 2,6$ мм, $z_{заг} = 36$ ($FZ/WZ = 12/24$) шт, $b_{np} = S + 2 S_1 = 3,8$ мм, $m_6 = 1,0$ мм.

Проведення експерименту з багатьма чинниками

Дослідження проводились на основі математичного В-плану другого порядку з трьома чинниками, який передбачає виконання 15 дослідів [6].

На основі аналізу основних чинників впливу на точність пиляння круглими пилками та результатів попередніх досліджень точності розпилювання на круглопилкових верстатах прохідного і позиційного типу

змінними чинниками визначено такі: подача на зубець (S_z , мм); висота пропилу (h , мм); коефіцієнт породи деревини (k_n), що характеризує густину деревини (густина деревини (ρ , кг/м³) для вологості 25% рівна: $\rho_{сосна} = 569$ кг/м³; $\rho_{береза} = 681$ кг/м³; $\rho_{дуб} = 769$ кг/м³) (табл. 1).

Таблиця 1 – Чинники впливу на точність розпилювання

Назва чинника	Познач.	Код. познач.	Од. вимір.	Значення	
				мін.	макс.
Подача на зубець	S_z	X ₁	мм	0,05	0,25
Висота пропилу	h	X ₂	мм	20	60
Порода деревини	k_n	X ₃	-	1	1,5

Параметром оцінки прийнято показник точності – поле розсіювання розміру ($\pm 3\delta$, мм), що формується під час розпилювання дошок на бруски (ширина або товщина бруска). Метою експериментальних досліджень є встановлення функціональної залежності, що має вигляд:

$$\pm 3\delta = f(S_z, h, k_n) \quad (1)$$

Експериментальні дослідження проводились у лабораторних умовах на круглопилковому верстаті ЦДК4-2 (рис. 1, а) із застосуванням оптимальної конструкції круглої пилки типу FZ/WZ (12/24) (рис. 1, б).



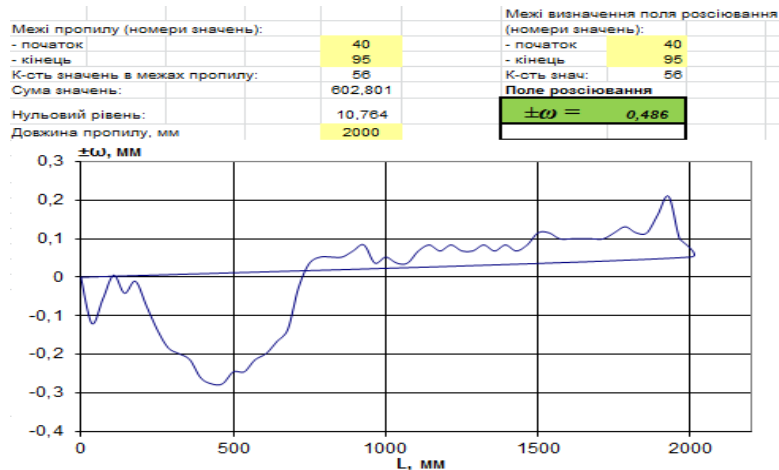
а



б

Рисунок 1 – Умови проведення експерименту:
а – верстат ЦДК4-2; б – кругла пилка типу FZ/WZ (12/24)

Визначення величини параметра оцінки у кожному досліді експерименту виконувалось у два етапи: вимірювання відхилень обробленої площини (бокової поверхні пропилу) на всій довжині бруска та реєстрація результатів замірів за допомогою спеціального датчика (рис. 2, а); оброблення результатів вимірювань за допомогою спеціальних прикладних програм на ЕОМ (рис. 2, б).



а

б

Рисунок 2 – Вимірювання точності розмірів виготовлених брусків:
а – пристрій для вимірювання; б - результати поля розсіювання розмірів

Оброблення результатів багатofакторного експерименту виконувалось за допомогою програми КоefRR6.0, [7]. Отримане рівняння регресії в кодових значеннях чинників впливу має вигляд:

$$\begin{aligned} \pm 3\delta = & 0,468 + 0,138X_1 + 0,053X_2 + 0,105X_3 + \\ & + 0,016X_1X_3 + 0,076X_1^2 + 0,021X_2^2 + 0,0401X_3^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Рівняння регресії в натуральних значеннях змінних чинників має вигляд:

$$\pm 3\delta = 0,41 - 0,971S_z + 9,85E^{-5} h - 0,002k_n + 3,38S_z^2 + 9,751E^{-6} \frac{z^2}{2} + 3,31E^{-5} k_n^2 + 0,0031S_z k_n \quad (3)$$

На основі рівняння регресії (3) побудовано графічні залежності точності пиляння від кожного із чинників впливу, які дозволяють провести більш детальний аналіз результатів досліджень.

Аналіз результатів експериментальних досліджень

На рис. 3, а наведені графіки залежності $\pm 3\delta = f(S_z)$ для трьох рівнів значень висоти пропилю, яка має чітко виражений квадратичний характер. Збільшення висоти пропилю призводить до збільшення поля розсіювання, проте характер залежності точності розпилювання від подачі на зуб при цьому не змінюється.

На рис. 3, б наведені графіки залежності $\pm 3\delta = f(S_z)$ для трьох рівнів значень породи деревини. Вплив породи деревини на точність розпилювання, як і висоти пропилю має квадратичний характер. При розпилюванні м'якої породи ($k_n = 1$), точність підвищується і навпаки: твердої ($k_n = 1,5$) – знижується.

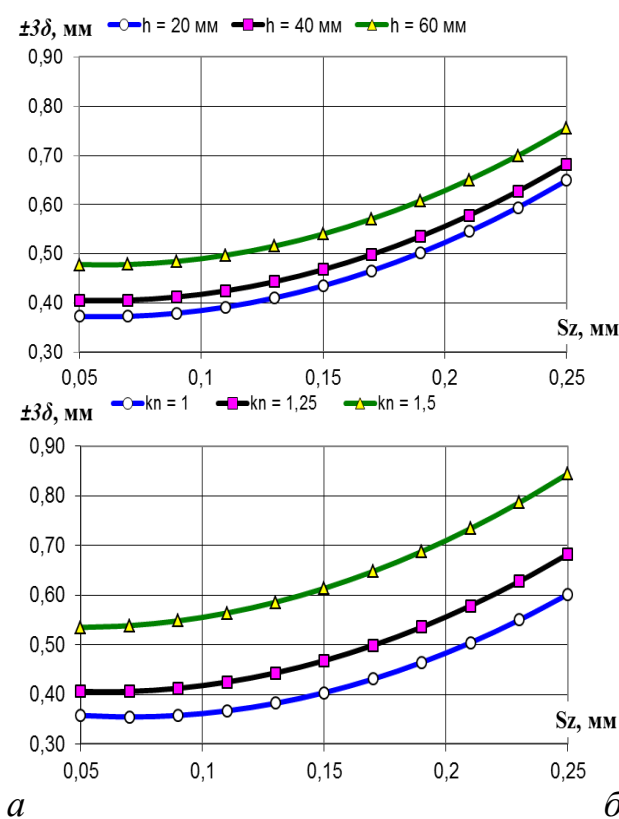


Рисунок 3 – Залежність точності пиляння $\pm 3\delta$ від подачі на зуб, S_z :
 a – для $k_n = 1,25$; b – для $h = 40$ мм

Порода деревини має у 1,3 рази менший вплив на величину поля розсіювання розміру оброблення ніж подача на зуб, проте у 1,1...1,5 рази має більший вплив ніж висота пропилю. Залежність величини поля розсіювання розмірів від висоти пропилю також має квадратичний характер, при чому ступінь впливу цього чинника не залежить від дії двох інших.

Висновки

1. На основі аналізу попередніх досліджень визначено конструкційні параметри дослідного взірця круглої твердосплавної пилки з груповим розміщенням різальних елементів FZ/WZ: $D = 315$ мм, $S = 2,6$ мм, $z_{заг} = 36$ (FZ/WZ = 12/24) шт, $b_{np} = S + 2 S_1 = 3,8$ мм, $t_g = 1,0$ мм.

2. На основі математичного В-плану другого порядку виконано експериментальні дослідження точності розпилювання дошок пилкою FZ/WZ оптимальної конструкції, в результаті яких отримано регресійну залежність величини поля розсіювання розміру брусків від подачі на зубець, висоти пропилю та породи деревини.

3. Результати експериментальних досліджень підтверджують ефективність застосування круглої пилки з груповим розміщенням різальних елементів FZ/WZ, а також доводять, що точність розпилювання знаходиться у межах $\pm 0,35...0,85$ мм, що відповідає вимогам діючих стандартів ($\pm 1,0$ мм).

Список літератури

1. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів: підручник для ВНЗ / М.Д. Кірик. – Львів: КН, 2006. – 412 с.

2. Кірик М.Д. Аналіз конструкцій та параметрів круглих пилок із пластинами твердого сплаву для поздовжнього розпилювання деревини/М.Д. Кірик, В.І. Тарас // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : зб. наук.-техн. пр. -Львів: НЛТУ, 2009. т. Вип. 19.2.- С.95-97.

3. Пат. №40481 Україна, МПК В27 В33/00. Кругла пилка / М.Д. Кірик, В.І. Тарас; заяв. і влас. НЛТУ України; опубл. 10.04. 2009, Бюл. № 7.

4. Пилипчук М.І. Конструкція твердосплавної круглої пилки з груповим розміщенням різальних елементів / М.І. Пилипчук, В.І. Тарас // Вісник ХНТУ СГ ім. П. Василенка: зб. наук.-техн. праць. – Харків: КП «Міська друкарня». – 2015. Вип. 160. – С.35-40.

5. Піломатеріали конструкційні із хвойних порід та тополі. Розміри. Допустимі відхилення (EN 336:1995, IDT): ДСТУ EN 336: 2003. – [Чинний від 2003-10-02]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.

6. Пилипчук М.І. Основи наукових досліджень: підручник для ВНЗ / М.І. Пилипчук, А.С. Григор'єв, В.В. Шостак. – Київ, 2007. – 270 с.

7. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 44106. «Оброблення результатів експерименту за В-планом» («КоefRR6.0») / М.І. Пилипчук, С.П. Степанчук; влас. НЛТУ України; зареєстровано 05.06.2012.

Аннотація

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КРУГЛОЙ ПИЛОЙ С ГРУППОВЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Пилипчук М.И., Тарас В.И.

Определены оптимальные параметры конструкции круглой пилы с групповым размещением режущих элементов FZ/WZ и проведены данной пилой экспериментальные исследования, в результате которых получено регрессионную зависимость точности распиливания досок от подачи на зуб, высоты пропила и породы древесины. На основании анализа результатов эксперимента установлено, что точность пиления круглой пилой с групповым размещением режущих элементов FZ/WZ находится в пределах $\pm 0,35...0,85$ мм, что отвечает требованиям действующих стандартов ($\pm 1,0$ мм).

Abstract

THE INVESTIGATION OF PRECISION SAWING HARDWOOD CIRCULAR SAW WITH A GROUP PLACEMENT OF CUTTING ELEMENTS

Pilipchuk M.I., Taras V.I.

The optimum parameters of a circular saw blade design with group placement of cutting elements FZ / WZ and held saw this Experimental study, which resulted in the regression dependence of the accuracy obtained by sawing the boards of feed per tooth, the cutting height and wood. Based on the analysis results experimental found that the accuracy of cutting circular saw with a group placement of cutting elements FZ / WZ is within $\pm 0,35...0,85$ mm that meets current standards ($\pm 1,0$ mm).