

УКД 674.05.05

Доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук;
магістр С.П. Степанчук; магістрант М.В. Лобода – НЛТУ України,
м. Львів; спеціаліст І.В. Офік – ТзОВ "Компанія "Гриффон"

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІНАНТНИХ ФАКТОРІВ НА ВЕЛИЧИНУ ХВИЛЯСТОСТІ ПРОПИЛУ У ПРОЦЕСІ ПИЛЯННЯ КОЛОД НА ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СТРІЧКОПИЛКОВИХ ВЕРСТАТАХ

Внаслідок проведення експериментальних досліджень встановлено залежність величини хвилястості пропилу від швидкості подачі, затупленості інструмента та відстані між напрямними роликками, а також їх взаємозалежність між собою у вигляді рівняння регресії. Проведено аналіз графічних залежностей впливу цих факторів на хвилястість пропилу та встановлено, що його величина визначає період стійкості пилки та корисний вихід деревини.

Ключові слова: пропили, хвилястість, фактор, експеримент.

Assoc. prof. M.I. Pylypchuk; master's degree S.P. Stepanchuk; undergraduate M.V. Loboda – NUFWT of Ukraine; specialist I.V. Ofik – Company "Griffin"

Research of influencing of dominant factors on size of waviness of saw in the process of that saws of logs on horizontal band machine-tools

As a result of experimental researches dependence of size of waviness of saw is set on speed of serve, dullness of instrument and distance between sending rollers, and also their interdependence between itself as equalization of regression. The analysis of graphic dependences of influencing of these factors is conducted on the waviness of saw and set that the size of waviness of saw determines the period of firmness saws and useful forest yield.

Keywords: saw, waviness, factor, experiment.

1. Актуальність теми дослідження

На основі результатів попередніх досліджень [1, 2] процесу пиляння колод на горизонтальних стрічкопилкових верстатах встановлено, що однією із якісних характеристик отриманих пиломатеріалів є хвилястість обробленої поверхні, величина якої залежить від цілого ряду факторів. Хвилястість пропилу призводить до додаткових втрат сировини, а також додаткових енергозатрат на вирівнювання поверхонь пиломатеріалів з метою підвищення їх точності. Оскільки, на сьогодні за умови високої продуктивності ще не досягнуто рівня необхідної якості розпилювання [3], то дослідження впливу окремих факторів на величину хвилястості пропилу забезпечить можливість вибору таких режимів пиляння, за яких величина хвилястості пропилу буде мінімальною і задовольнятиме вимоги діючих стандартів.

2. Методика виконання експериментальних досліджень

Дослідження проводились на основі багатофакторного експерименту, виконаного згідно В-плану другого порядку з трьома факторами [4], який передбачає виконання 15 дослідів.

На основі аналізу факторів впливу на точність пиляння стрічковими пилками та проведених попередніх досліджень точності розпилювання на горизонтальних стрічкопилкових верстатах [1, 2] вибрано наступні фактори: швидкість подачі (V_s , м/хв.); радіус заокруглення головних різальних крайок зубів (ρ , мкм); відстань між напрямними роликками верстата (L_p , мм) (табл. 1).

Табл. 1. Фактори впливу на хвилястість пропилу

Назва фактора	Позначення	Код познач.	Одиниця виміру	Значення	
				мін.	макс.
Швидкість подачі	V_s	X1	м/хв.	1	4,6
Радіус заокруглення головних різальних крайок зубів	ρ	X2	мкм	20	100
Відстань між напрямними роликами	L_p	X3	мм	440	760

Параметром оцінки прийнято показник величини середньої хвилястості пропилу, методика визначення якого розроблена авторами [2]. Проведення експериментальних досліджень ставиться за мету встановити функціональну залежність, яка у загальному випадку має такий вигляд

$$Y_{сер} = f(V_s, \rho, L_p). \quad (1)$$

Експериментальні дослідження проводились у типових виробничих умовах у лісопильному цеху ТзОВ "Компанія Грифон" на сучасному стрічковому верстаті СКТП 505-2 (фірма-виробник "Пані Галіція", м. Львів).

Для проведення експерименту застосовувалась вузька колодопиляльна стрічкова пилка з профілем зубчастого вінця типу WM. Під час досліджень сосновий брус шириною 200 мм, висотою 370 мм і довжиною 3970 мм розпилювався на дошки товщиною 20 мм.

Методика визначення параметра оцінки у кожному з дослідів експерименту полягала у виконанні двох основних етапів:

- вимірювання відхилення точок на поверхні пропилу по його довжині і реєстрація результатів;
- оброблення результатів вимірювання за допомогою ЕОМ.

Для виконання першого етапу було використано спеціально розроблений давач [5]. Приклад проведення вимірювань наведено на рис. 1.



Рис. 1. Проведення вимірювань за допомогою давача хвилястості

Оброблення результатів багатфакторного експерименту виконувалось за допомогою програми КоefRR 6.0 [6].

Рівняння регресії у кодових значеннях, яке отримане внаслідок проведення експерименту і відповідає умові адекватності має такий вигляд:

$$Y_{сер} = 0,2029 + 0,084X_1 + 0,0696X_2 + 0,0311X_3 + 0,0383X_1X_2 + 0,0284X_1^2 + 0,0199X_2^2. \quad (2)$$

На основі аналізу рівняння регресії у кодових значеннях необхідно відмітити наступне:

- усі значимі коефіцієнти мають додатні значення, отже збільшення величини кожного із факторів впливу зумовлює підвищення величини середньої хвилястості;
- при значеннях всіх трьох факторів на нульових рівнях величина середньої хвилястості рівна 0,2029 мм, тобто відповідає значенню вільного члена отриманого рівняння;
- оскільки коефіцієнт b_{33} є незначимим, то вплив відстані між напрямними роликами на величину середньої хвилястості має лінійний характер;
- вплив швидкості подачі та величини радіуса заокруглення різальних крайок зубів пилки на значення середньої хвилястості має квадратичну залежність;
- наявність коефіцієнт b_{12} свідчить про те, що існує взаємодія факторів швидкості подачі та радіуса заокруглення різальних крайок, тобто фактор швидкості подачі впливає на зміну величини впливу фактора радіуса заокруглення різальних крайок і навпаки.

Рівняння регресії в натуральних значеннях факторів має такий вигляд

$$Y_{сер} = 0,054 - 0,03431V_S - 0,001242\rho + 0,0001944L_P + 0,0005319V_S\rho + 0,008765V_S^2 + 0,00001244\rho^2 \quad (3)$$

На основі рівняння регресії в натуральних значеннях факторів побудовано графічні залежності середньої хвилястості від кожного із факторів впливу, які дають змогу провести більш детальний аналіз.

3. Аналіз впливу факторів на величину хвилястості

Вплив швидкості подачі. Графіки залежності величини середньої хвилястості від швидкості подачі зображено на рис. 2. На рис. 2, а наведено графіки для трьох рівнів значень відстані між напрямними роликами при фіксованому на нульовому рівні значення затупленості інструмента. Залежність $Y_{сер} = f(V_S)$ має чітко виражений квадратичний характер. Тобто, із збільшенням швидкості подачі підвищується швидкість зростання величини хвилястості. Збільшення відстані між напрямними роликами призводить до підвищення середньої хвилястості, проте характер залежності середньої хвилястості від швидкості подачі при цьому не змінюється.

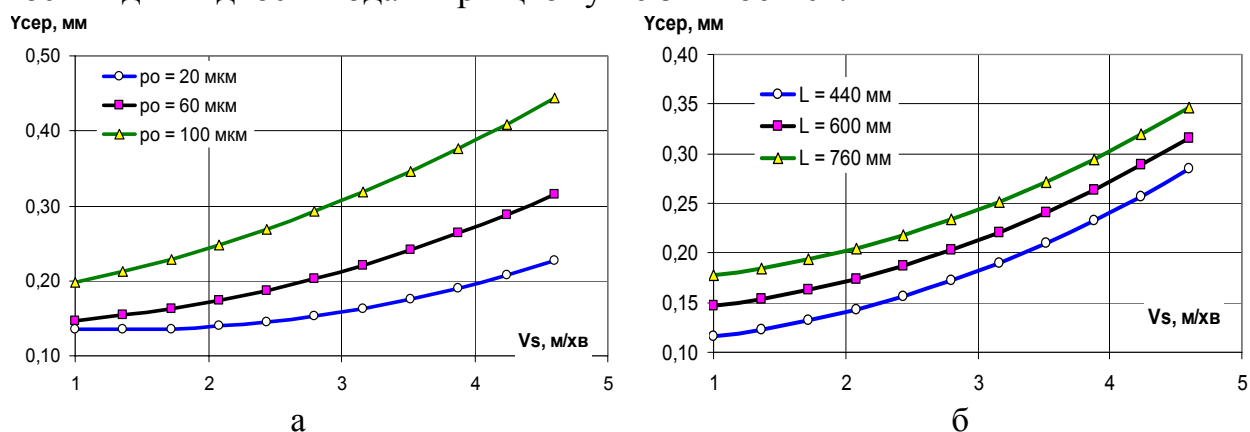


Рис. 2. Графіки залежності середньої хвилястості пропилу $Y_{сер}$ від швидкості подачі V_s : а – при $\rho = 60$ мм; б – при $L_p = 600$ мм

На рис. 2, б наведені графіки для трьох значень затупленості різальних крайок зубів при фіксованому на нульовому рівні значенні відстані між напрямними роликами. Спостерігається залежність міри впливу швидкості подачі на хвилястість від рівня гостроти пилки. Якщо пилка гостра, то при

збільшенні швидкості подачі від 1 до 3 м/хв. середня хвилястість практично не змінюється (підвищення величини середньої хвилястості при цьому становить всього 0,02 мм).

Під час пиляння затупленою пилкою ступінь впливу швидкості подачі на величину середньої хвилястості значно вищий. Згідно з отриманими залежностями, якщо радіус заокруглення становить 100 мкм, то зміна величини швидкості подачі у межах 1...4,6 м/хв. викличе зміну величини середньої хвилястості на 0,24 мм.

При зміні фактора швидкості подачі у межах 1...4,6 м/хв. зміна величини середньої хвилястості щодо її середнього значення (0,203 мм) становить близько 85 %.

Вплив затупленості різальних крайок зубів пилки. Величина впливу затупленості пилки на хвилястість пропилу менша, ніж величина швидкості подачі і також не залежить від відстані між напрямними роликами L_p (рис. 3, а). Збільшення радіуса заокруглення різальних крайок пилки від 20 до 100 мкм призводить до збільшення величини середньої хвилястості на 0,14 мм.

Вплив затуплення пилки на величину хвилястості пропилу залежить від швидкості подачі (рис. 3, б). Збільшення радіуса заокруглення різальних крайок зубів пилки у межах від 20 до 60 мкм і швидкості подачі 1 м/хв. зумовлює підвищення середньої хвилястості на 0,01 мм, а збільшення радіуса заокруглення у межах від 60 до 100 мкм – на 0,05 мм. При швидкості подачі 4,6 м/хв. і зміні радіуса заокруглення різальних крайок від 20 до 100 мкм спостерігається практично лінійне зростання середньої хвилястості на 0,21 мм.

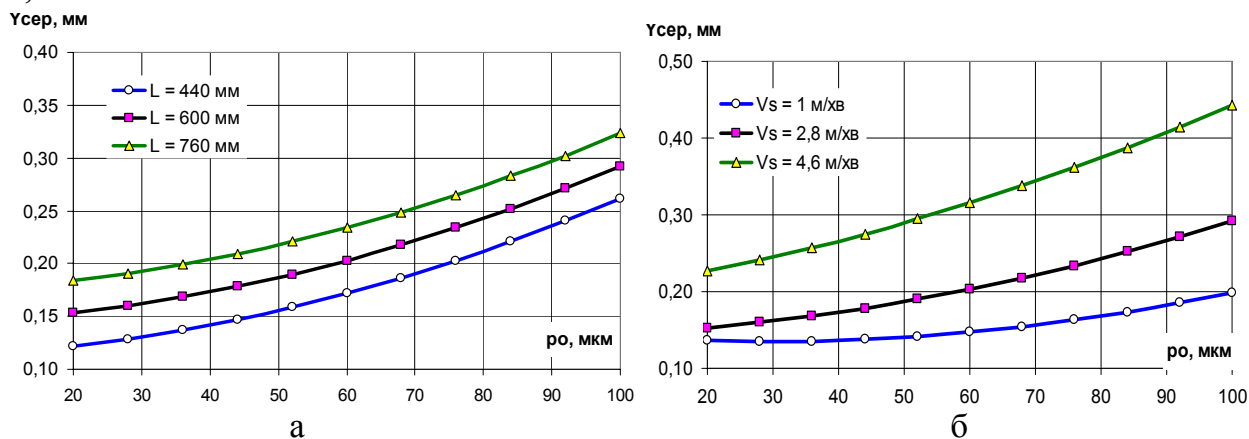


Рис. 3. Залежність середньої хвилястості пропилу $Y_{ср}$ від радіуса заокруглення r головних різальних крайок зубів пилки: а – при $V_s = 2,8$ м/хв.; б – при $L_p = 0,6$ м

Таким чином, величина впливу радіуса заокруглення різальних крайок зубів пилки на хвилястість пропилу найбільше проявляється у випадку великих швидкостей подачі. Порівняно із середнім значенням хвилястості пропилу 0,203 мм, зростання величини цього фактора у межах 20...100 мкм зумовлює зміну значення середньої хвилястості майже на 70 %.

Вплив відстані між напрямними роликами. Згідно з рівнянням регресії (2) відстань між напрямними роликами має найменший вплив на величину хвилястості пропилу. Залежність величини середньої хвилястості від відстані

між напрямними роликами (рис. 4, а, б) має прямолінійний характер, при чому ступінь впливу цього фактора не залежить від дії інших двох факторів.

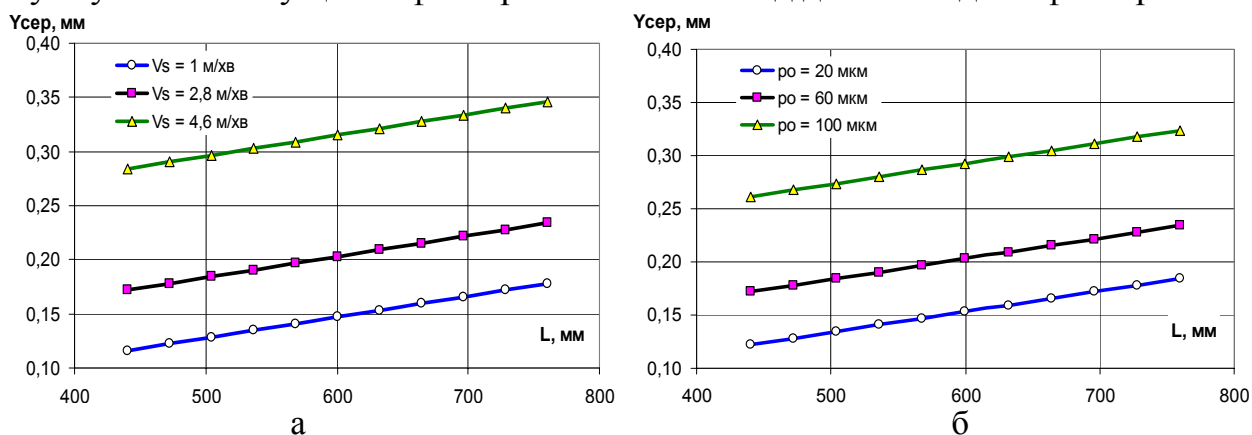


Рис. 4. Залежність середньої хвилястості пропилу $Y_{сер}$ від відстані між напрямними роликами L_p : а – при $V_s = 2,8$ м/хв.; б – при $\rho = 60$ мм

При зміні відстані між напрямними роликами від мінімального до максимального значення ($L_p = 440 \dots 760$ мм) величина середньої хвилястості змінюється у межах $0,17 \dots 0,23$ мм, що становить близько 30 % від значення хвилястості на середньому рівні.

4. Встановлення взаємозалежності між показниками оцінки хвилястості пропилу

Внаслідок проведення експериментальних досліджень отримано рівняння регресії (3), яке дає змогу визначити величину середньої хвилястості за заданих умов розпилювання або розрахувати режимні показники для заданої величини допустимої хвилястості. Для оцінки точності пропилу встановлено додатковий критерій – хвилястість за екстремумами [2], тому виникає необхідність у визначенні функціонального зв'язку між показниками середньої величини хвилястості пропилу та величини хвилястості за екстремумами.

З аналізу графічних відображень різних форм пропилів, які отримано внаслідок вимірювань хвилястості у кожному із дослідів експерименту встановлено, що криві пропилу подібні між собою за формою і відрізняються значеннями величини хвилястості. А це означає, що співвідношення між середньою хвилястістю та хвилястістю за екстремумами для різних пропилів повинні бути близькими за значенням. Проведені на основі результатів експериментальних досліджень обчислення та аналіз відношення $Y_e/Y_{сер}$ на різних довжині пропилів підтверджують цю думку (табл. 2).

Табл. 2. Залежність відношення $Y_e/Y_{сер}$ від довжини пропилу

$L, \text{ м}$	$Y_e/Y_{сер}$
0,993	4,46
1,323	5,15
1,985	5,66
2,977	6,26
3,97	7,06

За отриманими даними побудовано графічну залежність $Y_e/Y_{сер} = f(L)$, (рис. 5), після апроксимації якої отримали степеневу залежність

$$Y_e / Y_{сер} = 4,57L^{0,3083}, \quad (4)$$

де L – довжина, для котрої розраховуються показники хвилястості (довжина пропилу), м.

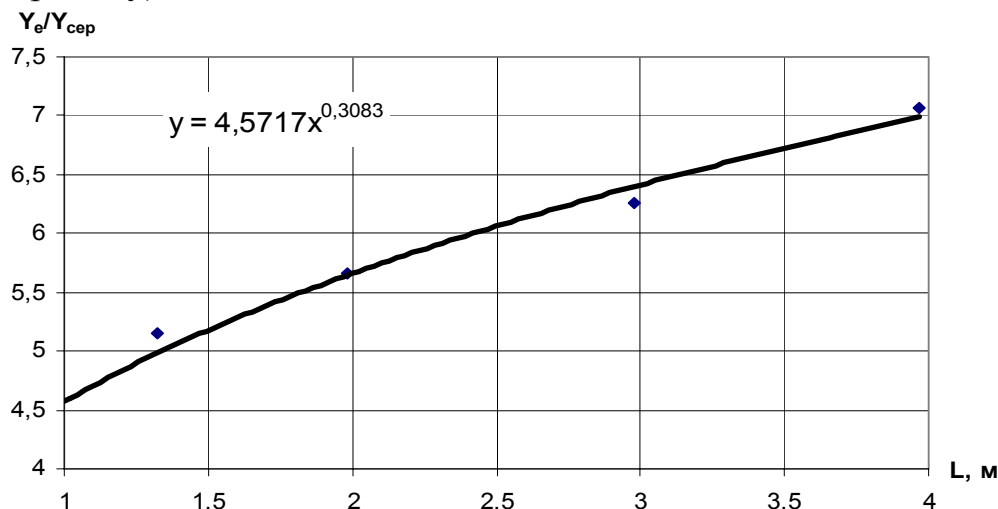


Рис. 5.
Залежність
відношення
 $Y_e/Y_{сер}$ від
довжини
пропилу

Тоді емпірична залежність хвилястості за екстремумами від середньої хвилястості та довжини пропилу має такий вигляд

$$Y_e = 4,5717 Y_{сер} L^{0,3083}. \quad (5)$$

На основі аналізу залежності (5) та побудованої діаграми (рис. 6) видно, що співвідношення між значенням хвилястості за екстремумами та величиною середньої хвилястості змінюється у межах 4,5...7,0 при зміні довжини пропилу від 1 до 4 м.

Висновки

1. Внаслідок проведеного експерименту отримано рівняння регресії залежності середньої хвилястості пропилу від швидкості подачі, затупленості інструмента та відстані між напрямними роликами.
2. Всі фактори мають прямий вплив на величину середньої хвилястості і міра їх впливу щодо середнього значення хвилястості становить: швидкість подачі – 85 %, затупленість інструмента – 70 %, відстань між напрямними роликами – 30 %.
3. Залежності середньої хвилястості від швидкості подачі та величини затупленості пилки мають вигляд квадратичних рівнянь, а залежність відстані між напрямними роликами носить лінійний характер.
4. Результати дослідження забезпечують можливість прогнозувати величину середньої хвилястості пропилу та хвилястість за екстремумами, а також визначати режими пиляння за точністю пропилу на горизонтальних стрічкопилкових верстатах з вузькими пилками.

Література

1. Пилипчук М.І., Степанчук С.П. Дослідження показників точності розпилювання колод на горизонтальному стрічкопилковому верстаті// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.3. – С. 145-152.
2. Пилипчук М.І., Степанчук С.П. Визначення показників оцінки хвилястості пропилу на горизонтальних стрічкопилкових верстатах// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2006, вип. 16.5. – С. 155-161.
3. ГОСТ 24454-80. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры. – 34 с.

4. Пилипчук М.І., Григор'єв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень. – К.: Знання, 2007. – 276 с.

5. Степанчук С.П., Пилипчук М.І. Методика вимірювання величини хвилястості пропили під час розпилювання колод на горизонтальних стрічкопилкових верстатах// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2007, вип. 17.3. – С. 123-127.

6. Пилипчук М.І., Степанчук С.П. Методика оброблення результатів багатфакторного експерименту за допомогою ЕОМ// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2006, вип. 16.6. – С. 134-136.

УДК 674.8-41

Ст. викл. Р.Г. Салабай – НЛТУ України, м. Львів

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧА НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-СОЛОМ'ЯНИХ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ

Наведено загальну характеристику соломи як сировини для стружкових плит. Проаналізовано закономірності впливу вмісту солом'яних частинок на фізико-механічні властивості деревинно-солом'яних стружкових плит.

Senior teacher R.G. Salabay – NUFWT of Ukraine, L'viv

The influence of the filler on properties of wood-straw particleboard

The author gives the characteristics of straw as the raw material for particleboard. The influence of straw particles content on physico-mechanical properties wood-straw particleboard has been analyzed.

Виробництво деревинних стружкових плит (матеріалу, який одержують гарячим пресуванням обсмоленних деревинних частинок), організоване першопочатково тільки для використання відходів деревообробки, перетворилося у самостійну галузь деревообробної промисловості. Стружкові плити застосовуються здебільшого в меблевому виробництві (в личкованому вигляді) і домобудуванні (для внутрішніх робіт), а також в інших галузях (тарному виробництві, судно-, авто-, вагонобудуванні тощо) [1].

Широке застосування стружкових плит пояснюється порівняно невисокою вартістю, можливістю одержати плити різної товщини та великого формату при високій жорсткості і добрій формостабільності, можливістю регулювати деякі фізико-механічні показники (щільність, міцність та ін.) та одержати плити зі спеціальними властивостями, однорідністю властивостей у різних напрямках за площиною плити, невеликою зміною розмірів при зміні температурно-вологісних умов експлуатації, низькою теплопровідністю, придатністю до поверхневого опорядження, естетичним зовнішнім виглядом тощо, а також широка сировинна база, в тому числі у вигляді вторинної сировини лісової, деревообробної та сільськогосподарської промисловостей та можливість повної автоматизації виробництва стружкових плит [1, 2].

Вибір сировини визначається економічною доцільністю з врахуванням її запасів, умов заготівлі, доставляння і зберігання. Практично будь-яка галузь лісового комплексу може давати деревинну сировину для плитних підприємств. Найбільшу долю її становлять відходи лісозаготівельної промисловості, на які припадає приблизно 40 % від об'єму суцільного вирубування.