

Література

1. Корчевой Ю.П. Экологически чистые угольные энерготехнологии / Ю.П. Корчевой, А.Ю. Майстренко, А.И. Топал. – К. : Вид-во "Наук. думка", 2004. – 186 с.
2. Перспективы применения плазменных технологий в энергетике / В.А. Жовтянский, С.В. Петров, Ю.В. Стефаник, М.Р. Подольский // Угольная энергетика: проблемы реабилитации и развития : сб. тез. докл. III науч.-техн. конф. (Алушта, 14-18 сент. 2006 г.). – Алушта, 2006. – С. 14-15.
3. Концепція технології перероблення вуглецевмісної сировини в синтетичні вуглеводні / В.А. Жовтянський. Ю.В. Стефаник, М.Р. Подольський // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 14-15 квіт. 2005 р.). – Львів : ЛьЦНТЕІ, 2005. – С. 104-107.
4. Автоматизація виробництва альтернативних палив на основі перероблення вуглецевмісних відходів / М. Подольський // Технічні вісті. – 2009. – 1(29), 2(30). – С. 13-16.
5. Цмоць І.Г. Методи проектування спеціалізованих комп'ютерних систем управління та оброблення сигналів у реальному часі / І.Г. Цмоць, Б.А. Демида, М.Р. Подольський // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи. – 2009. – № 2(24). – С. 137-145.

Подольский М.Р. Проектирование автоматизированных дозирочных систем для процессов газификации углеродистого сырья

Рассмотрены способы газификации углеродистого сырья и основные требования к проектированию автоматизированных дозирочных систем. Предложено использование тарельчатых дозаторов для процессов плазменной газификации. Приведен разработанный опытный образец тарельчатого дозатора для высокотемпературной газификации. Установлено, что при проектировании автоматизированных дозирочных систем для процессов газификации углеродистого сырья определяющими факторами являются: параметры технологического процесса газификации; характеристики и вид углеродистого сырья; адаптивность автоматизированных дозирочных систем.

Podolsky M.R. Design of automated portion systems for process of carbon bearing raw materials gasification

The technologies of carbon bearing raw materials gasification and main demands to automated portion systems are discussed. The plate portion units for plasma gasification process are proposed. The experimental plate portion unit for high temperature gasification process are presented. It is set that at planning of the automated dosage systems for the processes of gasification of materials gasification determinatives is: parameters of technological process of gasification; descriptions and type of materials gasification; adaptiveness of the automated dosage systems.

УДК 674.047

Аспір. А.М. Сомап – НЛТУ України, м. Львів

МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ТА ПРИПУСКІВ НА ОБРОБЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛАМЕЛЕЙ

Розглянуто питання визначення встановлених розмірів та припусків на стругання і сушіння під час виробництва сухих заготовок для виготовлення ламелей. Розрахунок припусків на оброблення та сушіння виконують з використанням результатів статистичного аналізу розподілу лінійних розмірів, що дає змогу врахувати стан технологічного обладнання, якість сушіння та рівень підготовки різального інструменту.

Якість розкрою круглих лісоматеріалів на заготовки для виробництва ламелей визначають точність розмірів, форма пиломатеріалів (заготовок) та

шорсткість поверхні пиляння. Описуються ці параметри середнім значенням, дисперсією та іншими статистичними показниками.

Точність лінійних розмірів перетинів пиломатеріалів за товщиною і шириною – одна з найважливіших характеристик нерівностей поверхні пиляння. Для оцінювання середньої точності розмірів ми користуємо величину різниці середнього фактичного $b_{сер.}$ і встановленого $b_{вст.}$ або номінального b_n розмірів, $\delta_{сер.} = b_{сер.} - b_n$. Як фактичні розміри b , так і випадкова величина δ , розподілені за нормальним законом, що відповідає фізичним закономірностям розміроутворення і результатам досліджень [1].

До параметрів розподілу належать середнє арифметичне (центр групування розмірів) і середньоквадратичне відхилення. Розрізняють миттєвий розподіл розмірів з дисперсією σ^2 , отриманий на одному верстаті для конкретного місця в поставі зі стабільними умовами розкрою, і сумарний з дисперсією σ_c^2 , отриманий для множини верстатів, місць у поставі, часу розкрою, зі змінними умовами розпилювання (наприклад, для сирих пиломатеріалів чи заготовок за результатами статистичного оброблення розмірів дощок, заміряних на сортувальній площадці, а для сухих – після сушіння). Характерний розподіл розмірів сухих і сирих пиломатеріалів (заготовок) наведено на рис. Центр групування розмірів сухих пиломатеріалів (заготовок) в більшості випадків зміщений відносно номінального розміру на величину M_δ (крива 1 на рис.). Це зміщення змінюється зі зміною рівня розмірного статистичного налагодження пил ≥ 4 . Рівень статистичного налагодження у виробничих умовах встановлюють з умовою, що ймовірність зменшення розмірів пиломатеріалів нижче мінімальної границі поля допуску (рівень дефектності) не перевищувала достатньо малої величини $[p_1]$. У такому разі відповідає потреба сортування пиломатеріалів (заготовок) за точністю їх розмірів.

Ймовірність переміщення розмірів за нижню границю поля допуску p_{13} використанням функції Лапласа Φ пов'язана з дисперсією розмірів сухих пиломатеріалів (заготовок) σ_c^2 і величиною M_δ .

$$p_1 = 0,5 - \Phi(Z_1), \quad (1)$$

де: $Z_1 = T_\delta^{(-)} + M_\delta / \sigma_c$ – аргумент функції Лапласа; $T_\delta^{(-)}$ – від'ємна частина поля допуску розмірів заготовок T_δ .

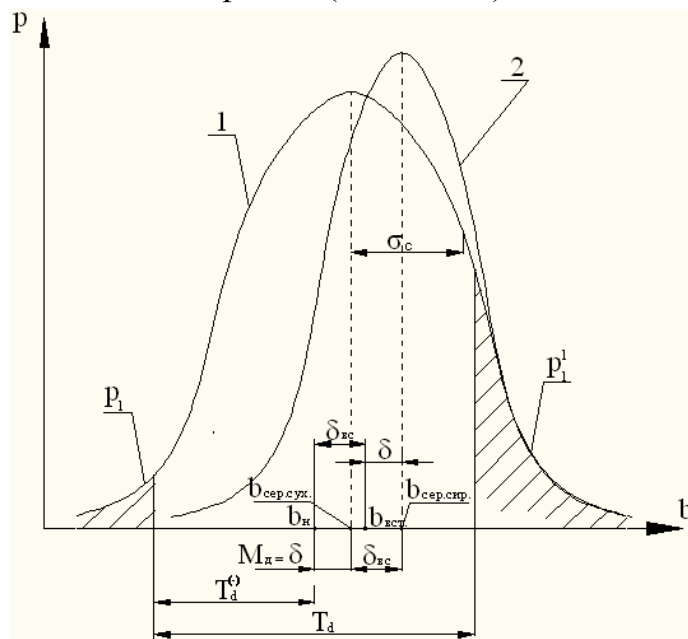


Рис. Розподіл розмірів сухих (1) і сирих (2) пиломатеріалів (заготовок)

Виразом для p_1 складно користуватися у розрахунках. За допомогою інтерполяційного поліному Лагранжа, виконавши квадратичну апроксимацію даного виразу, отримаємо

$$p_1 = 1,563Z_1^2 - 9,9Z_1 + 15,76, \% \quad (2)$$

Похибка цього рівняння не перевищує 0,1 % в межах $2 \leq Z_1 \leq 3$, що відповідає $0,2 \leq p_1 \leq 3, \%$.

Припуски на лінійні розміри заготовок здебільшого пов'язані з механічним і гідротермічним обробленням деревини. Відомо, що у розрахунках поставів для розкрою пиловної сировини номінальні розміри пиломатеріалів за шириною і товщиною збільшують на величину всихання, яка власне і є припуском на гідротермічне оброблення. Величина всихання $\delta_{вс.}$ визначають за таблицями стандартів або експериментальним шляхом. Будемо називати розміри пиломатеріалів (заготовок) з врахуванням всихання встановленими $b_{вст.}$

$$b_{вст.} = b_n + \delta_{вс.}, \quad (3)$$

Величина всихання розраховується таким чином, щоб середні розміри у вибірці сухих пиломатеріалів (заготовок) дорівнювали номінальним b_n . Але, забезпечення вимог до точності розмірів потребує часто працювати з додатними (завищеними) припусками, тобто завищувати середні розміри сухих пиломатеріалів (заготовок) $b_{сер.сух.}$, щоб практично виключити зменшення окремих множин випадкових розмірів нижче мінімальної границі поля допуску і зменшити рівень дефектності p_1 (2).

В іншому разі всі виготовлені пиломатеріали (заготовок) може забракувати споживач, що призводить до значних втрат. Отже, середні розміри сухих пиломатеріалів повинні відрізнятися від номінальних, а сирих $b_{сер.сир.}$ – від встановлених на величину "страхувального" припуску δ , який назовемо налагоджувальним. Тоді

$$b_{сер.сух.} = b_n + \delta, \quad (4)$$

$$b_{сер.сир.} = b_{вст.} + \delta = b_n + \delta_{вс.} + \delta, \quad (5)$$

На рисунку представлено характер кривих 1 і 2 розподілу розмірів відповідно сухих і сирих пиломатеріалів (заготовок). Зазвичай, розподіл розмірів сухих пиломатеріалів (крива 1) повинен мати більше розсіювання, оскільки процес сушіння деревини збільшує сумарну дисперсію σ_c^2 .

Припуск δ визначається сумарним розсіюванням розмірів сухих пиломатеріалів, які виникають під час підготовки і налаштування пил, у процесах розпилювання і сушіння. На практиці лісопиляння цей припуск створюється шляхом завищення налагоджувальних елементів або положенням налагоджувальних систем. За заданої ймовірності порушення нижньої границі поля розмірного допуску $[p_1]$ налагоджувальний припуск δ , який пов'язаний з точністю розмірів, може бути визначений зі співвідношення (1) за виразом

$$\delta = \tau \sigma_c - T_{\delta}^{(-)}, \quad (6)$$

де: τ – аргумент функції Лапласа, який залежить від довірчої ймовірності $[p_1]$; $T_{\delta}^{(-)}$ – від'ємна частина поля допуску розмірів пиломатеріалів T_{δ} .

За достатньо малих $0,5 \leq [p_1] \leq 5$, %, для визначення δ можна запропонувати таку емпіричну формулу:

$$\delta = \sigma_c \left(3 - \sqrt{0,413[p_1] - 0,062} \right) - T_{\delta}^{(-)}, \quad (7)$$

де $[p_1]$ виражена у відсотках.

Припуск δ визначає зміщення центра групування розмірів сирих пиломатеріалів (заготовок) відносно встановленого розміру і чисельно дорівнює статичному рівню налаштування пил, тобто

$$\delta = M_{\delta} = x_4, \quad (8)$$

У разі доброго технічного стану обладнання та якісної підготовки пил цей припуск може бути від'ємним. За умови виробництва струганих заготовок також повинні бути обґрунтовані припуски розмірів пиляних заготовок.

На відміну від звичайних пиломатеріалів (заготовок), де забезпечується припуск δ , пов'язаний з точністю розмірів, для заготовок, які спрямовують на стругання, повинні бути забезпечені в процесі розпилювання налагоджувальні припуски з метою практичного уникнення не проструганих ділянок на пластях і крайках. Розміри струганих заготовок нижчі за номінальні на величину припуску Δ_n , який визначається згідно з ДСТУ 7307-75 (3) або встановлює виробник, виходячи з власних технічних вимог. Товщина шару стругання Δ_1 , який знімається з нижньої пласті (правої крайки) заготовки, в загальному випадку буде дорівнюватиме

$$\Delta_1 = \varepsilon + \tau\sigma_1, \quad (9)$$

де: ε – середня величина нерівностей поверхні нижньої пласті (правої крайки) заготовки після сушіння; τ – коефіцієнт (аргумент функції Лапласа), який залежить від довірчої ймовірності p уникнення не проструганих ділянок (при $p=0,9985$, $\tau=3$); σ_1 – параметр дисперсії нерівностей поверхні нижньої пласті (правої крайки) в межах однієї заготовки після сушіння.

Очевидно, що

$$\varepsilon = R_{z\max} + f + l, \quad (10)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_f^2 + \sigma_l^2}, \quad (11)$$

де: $R_{z\max}$ – параметр шорсткості поверхні; f – стріла прогину поперечної покоробленості заготовок; l – середня стріла кривизни (хвилястості) заготовок.

Параметри σ_R , σ_f , σ_l – параметри розсіювання відповідно показника шорсткості поверхні, стріли прогину поперечної покоробленості і стріли кривизни. У цьому випадку прийнято, що розсіювання нерівностей поверхні заготовок від похибок розмірів під час механічного і гідротермічного оброблення в межах однієї заготовки невелике. Воно враховується разом з параметром розсіювання кривизни (хвилястості) заготовок σ_l .

Товщина шару стругання по верхній пласті (лівій крайці) заготовки в загальному випадку повинна дорівнюватиме

$$\Delta_2 = \varepsilon + \tau\sigma_2, \quad (12)$$

де σ_2 – параметр дисперсії нерівностей поверхні після сушіння для всіх заготовок. Тоді загальний припуск на стругання становитиме:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 2(\varepsilon + \tau\sigma), \quad (13)$$

де ε – максимальне значення середньої величини нерівностей поверхонь нижньої або верхньої пластей після сушіння, яке визначають за виразом (10), під час розрахунку припуску на стругання за товщиною заготовки або максимальне значення середньої величини нерівностей поверхонь правої чи лівої крайок під час розрахунку припуску на стругання за шириною заготовки; σ – параметр дисперсії нерівностей поверхні пласті (крайки), для якої встановлене максимальне значення середньої величини нерівностей поверхні в межах однієї заготовки після сушіння.

Вибір максимального значення середньої величини нерівностей поверхонь пластей чи крайок заготовок зумовлений тим, що у виробничих умовах неможливо здійснити сортування заготовок за вказаною ознакою. Звичайно, такий підхід приводить до завищення мінімально необхідного значення загального припуску на стругання, але враховуючи реальні виробничі умови його варто визнати необхідним. Вираз (13) дає змогу знаходити номінальний розмір заготовок після сушіння:

$$b_n = b_{сmp.} + 2(\varepsilon + \tau\sigma), \quad (14)$$

де $b_{сmp.}$ – розмір заготовки після стругання.

На основі залежностей (5, 7, 10, 11, 14) формуємо вираз для розрахунку середнього значення розмірів сирих заготовок

$$b_{сep.сup.} = b_{сmp.} + 2 \left[(R_{z\max} + f + l) + \tau \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_f^2 + \sigma_l^2} \right] + \delta_{всх.} + \\ + [\sigma_c (3 - \sqrt{0,413[p_1] - 0,062}) - T_\delta^{(-)}], \text{ мм} \quad (15)$$

Запропонована математична залежність дає змогу визначати розміри та припуски на оброблення струганих заготовок з урахуванням породи деревини, технічного стану обладнання, якості сушіння, стану різального інструмента.

Література

1. Максимів В.М. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість / В.М. Максимів, Й.В. Андрашек, А.М.Сомар. – Львів : Вид-во "Простір". – 2009. – Вип. 35. – 190 с.
2. Фергін В.Р. Методы оптимизации в лесопильно-деревообрабатывающем производстве / В.Р. Фергін. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1975. – 216 с.
3. Подиновский В.В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В.В. Подиновский, В.М. Гаврилов. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1975. – 192 с.

Сомар А.М. Моделирование линейных размеров и припусков на обработку заготовок для производства ламелей

Рассмотрены вопросы определения установленных размеров и припусков на стругание и сушку в производстве сухих заготовок для изготовления ламелей. Расчет припусков на обработку и сушку выполняется с использованием результатов статис-

тического анализа распределения линейных размеров, позволяющих учитывать состояние технологического оборудования, качество сушки и уровень подготовки режущего инструмента.

Somar A.M. Modeling of line dimensions and allowances for prefabricates treatment at lamellas production

It is studied in the article the issue of determination of prescribed dimensions and allowances on planning and drying at production of dry prefabricates for lamellas production. The calculation of allowances on treatment and drying is done with help of statistical analysis of line dimensions distribution, which is allowing to take into account the state of technological equipment, quality of drying and level of preparation of cutting equipment.

УДК 674.05.055

Аспір. С.П. Степанчук¹ – НЛТУ України, м. Львів

**АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТОЧНОСТІ ПИЛЯННЯ
НА СТРІЧКОПИЛКОВИХ ВЕРСТАТАХ**

Виконано аналіз результатів відомих досліджень точності пиляння на колодопиляльних стрічкопилкових верстатах. На основі результатів аналітичного огляду сформульовано мету і завдання подальших досліджень. На основі результатів аналізу поставлено завдання та визначено шляхи подальших досліджень, які забезпечить підвищення точності пиляння вузькими стрічковими пилками завдяки підвищенню жорсткості та стійкості робочої вітки пилки і динамічної оптимізації режиму різання.

Ключові слова: точність, стрічкопилковий верстат, пропи́л, хвилястість.

Актуальність теми дослідження. Розвиток лісопильної галузі в сфері приватного підприємництва посприяв поширенню горизонтальних стрічкопилкових верстатів з вузькими пилками. На сьогодні на них припадає 60-70 % об'єму розпилюваних лісоматеріалів [1].

Однією з вад стрічкового пиляння є низька точність виготовлених пиломатеріалів через хвилястість пропи́лу [1-6], що призводить до зниження продуктивності пиляння і зумовлює додаткові втрати деревини та енергії для усунення хвилястості на подальших стадіях механічного оброблення заготовок [2, 4]. На сьогодні проблема хвилястості пропи́лу під час стрічкового пиляння деревини повністю не вирішена. Тому для формування завдань подальших досліджень вважаємо актуальним виконання аналітичного огляду досліджень точності стрічкового пиляння.

Аналіз досліджень точності пиляння на вертикальних колодопиляльних стрічкопилкових верстатах. Перші дослідження точності стрічкового пиляння виконували на вертикальних стрічкопилкових верстатах, які широко застосовувались для розпилювання лісо- та пиломатеріалів у другій половині ХХ ст. [2, 3, 7].

У роботах [2, 3] вперше експериментально досліджено вплив швидкості подачі на точність пиляння і встановлено, що точність пиляння є основним обмежувальним чинником швидкості подачі. Зокрема А.Є. Феоктістов [2] встановив, що для підвищення точності розпилювання колод з ± 3 мм до ± 1 мм швидкість подачі потрібно знизити майже втричі – з 40...45 м/хв. до

¹ Наук. керівник: доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів