

Література

1. Гинзбург А.С., Улумиев А.А., Васильева А.С. Методы сушки пекарских дрожжей// Пищепром: Обзор. – М.: ЦНИИТЭИ, 1970. – 40 с.
 2. Станіславчук О.В., Ханик Я.М. Термолабільні матеріали. Кінетика конвективного сушіння// Хімічна промисловість України: Наук.-виробн. журнал. – 2005, № 2(67). – С. 36-38.
 3. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
-

УДК 674.02:621.923

Доц. О.А. Кійко, канд. техн. наук – НЛТУ України

ДОВЖИНА ШЛІФУВАННЯ ЗА ПЕРІОД СТІЙКОСТІ ЖОРСТКОГО АБРАЗИВНОГО ЦИЛІНДРА У ПРОЦЕСІ КАЛІБРУВАННЯ-ШЛІФУВАННЯ ДЕРЕВНОСТРУЖКОВОЇ ПЛИТИ

Розроблена імітаційна модель для визначення довжини процесу калібрування-шліфування деревностружкових плит жорсткими абразивними циліндрами за період стійкості. Здійснено порівняльний аналіз роботи інструментів із врахуванням та без врахування флуктації товщини плити.

Doc. O.A. Kyiko – NUFWT of Ukraine

Length of sanding for period of stability by rigid abrasive cylinders during calibrating-sanding of particle board

The simulation model for definition of length calibrating – sanding process of particle board by rigid abrasive cylinder for period of stability is designed. The comparative operational analysis of tools with the registration and without the registration variability of particle board thickness is carried out.

Стабільний ріст темпів деревообробної та меблевої галузей спричиняє постійне вдосконалення існуючих технологій. Екологічна та ресурсощадна проблема заміни масивної деревини, як основного конструкційного матеріалу у виробництві меблів, вирішується сьогодні зростаючими об'ємами використання плитних деревних матеріалів.

Процес калібрування (оброблення в розмір за товщиною) деревностружкових плит є одним із найбільш трудомістким, а відтак таким, що потребує детального вивчення і удосконалення.

В Українському державному лісотехнічному університеті [1-4] розроблений і впроваджений у виробництво жорсткий абразивний циліндр для здійснення процесу калібрування шліфування ДСП – ефективний заміник дорогої і малопродуктивної шліфувальної шкурки. Недоліком проведених в УкрДЛТУ досліджень із вивчення особливостей роботи абразивних циліндрів є те, що у них не враховано випадковий характер товщини оброблюваного матеріалу. Натомість, існуюча різнотовщинність деревностружкової плити (результати попередніх досліджень показали, що різнотовщинність ДСП після пресування може складати 3...4 мм) істотно впливає на основні показники процесу оброблення.

Таким чином, завданням даної роботи є встановлення основних закономірностей роботи абразивного інструмента у процесі калібрування-шліфування ДСП із врахуванням флуктації товщини плити.

У результаті обробки даних експерименту, проведеного на імітаційній моделі (особливістю імітаційного моделювання можна вважати випадковий характер товщини плити) отримане рівняння регресії у вигляді поліному другого порядку для визначення довжини шліфування ДСП для випадку оброблення одним шліфувальним агрегатом, що складається з двох симетрично розміщених абразивних циліндрів:

$$L = 1357,75 - 12987,36 \cdot H + 42,69 \cdot S(H) + 6771,07 \cdot H_H + 5366,50 \cdot V + 479,66 \cdot V_s + 4211,82 \cdot K_z - 3,39 \cdot H_{\text{ц}} - 772,34 \cdot H \cdot S(H) + 79,76 \cdot H \cdot H_H + 288,25 \cdot H \cdot V - 206,92 \cdot H \cdot V_s + 941,97 \cdot H \cdot K_z + 16,80 \cdot H \cdot H_{\text{ц}} - 439,43 \cdot S(H) \cdot H_H + 2,674 \cdot S(H) \cdot V - 5,31 \cdot S(H) \cdot V_s - 30,45 \cdot S(H) \cdot K_z + 80,27 \cdot S(H) \cdot H_{\text{ц}} - 515,38 \cdot H_H \cdot V + 149,03 \cdot H_H \cdot V_s + 594,86 \cdot H_H \cdot K_z - 12,48 \cdot H_H \cdot H_{\text{ц}} + 42,43 \cdot V \cdot V_s - 627,49 \cdot V \cdot K_z - 2,31 \cdot V \cdot H_{\text{ц}} + 368,21 \cdot V_s \cdot K_z + 1,116 \cdot V_s \cdot H_{\text{ц}} - 40,57 \cdot K_z \cdot H_{\text{ц}} - 51,73 \cdot H^2 - 7,96 \cdot S(H)^2 + 334,79 \cdot H_H^2 - 52,38 \cdot V^2 - 12,94195 \cdot V_s^2 + 15,51863 \cdot K_z^2 - 0,16230 \cdot H_{\text{ц}}^2, \quad (1)$$

де: L – довжина калібрування шліфування за період стійкості абразивного циліндра, м; H – середня товщина ДСП після пресування, мм; $S(H)$ – середнє квадратичне відхилення товщини плити, мм; H_H – налагоджувальна товщина процесу оброблення – відстань між абразивними циліндрами, мм; V – швидкість різання, м/с; V_s – швидкість подачі, м/хв.; $H_{\text{ц}}$ – твердість абразивного циліндра, МПа; K_z – коефіцієнт зернистості шліфувальних інструментів.

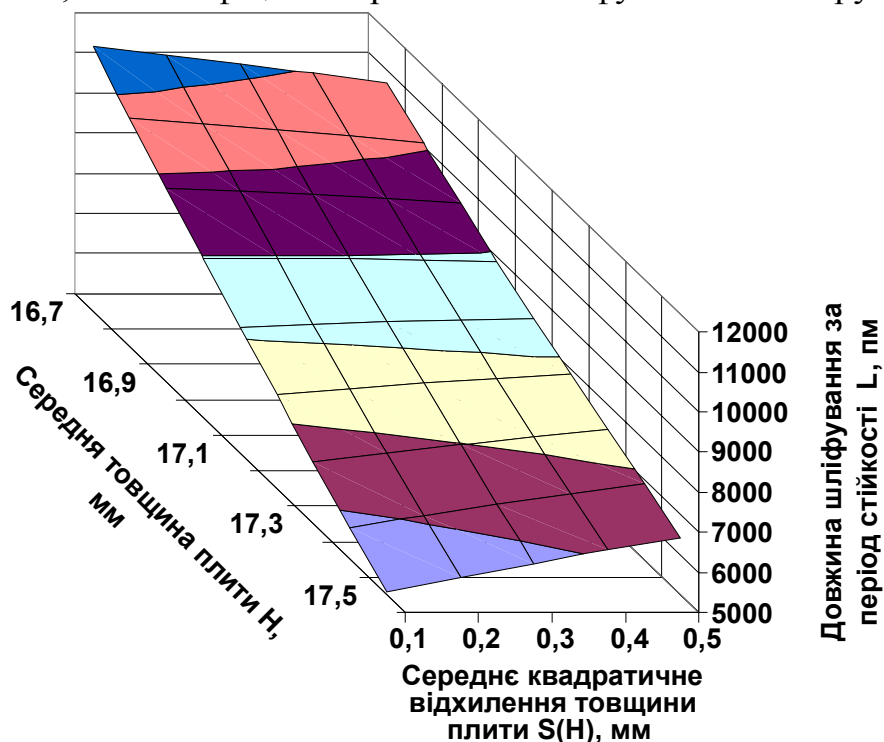


Рис. 1. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від середньої товщини плити після пресування H і середнього квадратичного відхилення товщини плити $S(H)$:
 налагоджувальна товщина $H_H = 16,2$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів $H_{\text{ц}} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_z = 0,3$

Збільшення величини середньої товщини плити істотно зменшує величину L (рис. 1). Це явище, на нашу думку, є беззаперечно обґрунтованим, оскільки збільшення величини H призводить до збільшення товщини стружки,

яка зішліфовується з оброблюваної поверхні, що в свою чергу призводить до збільшення сил різання та сприяє засалюванню робочої поверхні інструмента.

Характер впливу величини середнього квадратичного відхилення на довжину калібрування-шліфування залежить від величини середньої товщини плити (рис. 1). Якщо $H = 16,7$ мм – спостерігаємо зменшення довжини шліфування із ростом $S(H)$, а якщо $H = 17,5$ мм – спостерігаємо навпаки збільшення величини L .

Характер впливу величини середнього квадратичного відхилення на довжину шліфування за період стійкості абразивного циліндра більш наглядно представлено на рис. 2.

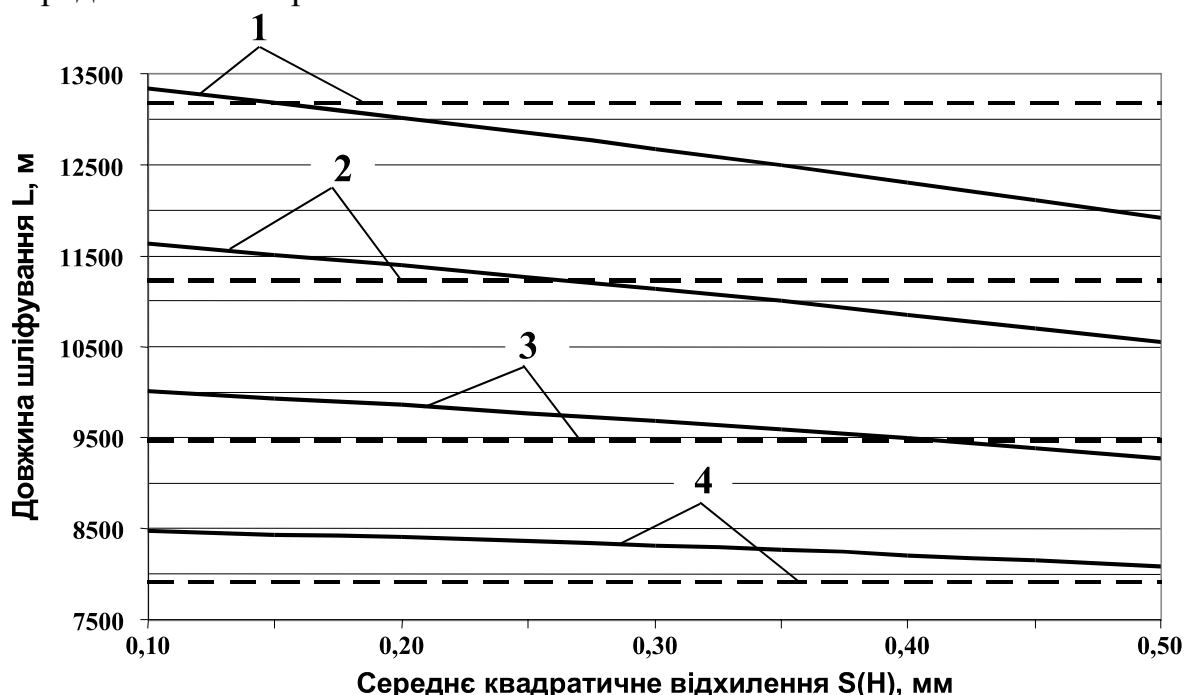


Рис. 2. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від середнього квадратичного відхилення товщини плити: ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; 1 – налагоджувальна товщина $H_n = 16,41$ мм; 2 – $H_n = 16,20$ мм; 3 – $H_n = 15,99$ мм; 4 – $H_n = 15,78$ мм; швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 16,7$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{ц} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_z = 0,3$

Для порівняння, на цьому ж рисунку наведені значення величини L для випадку, в якому товщина плити до шліфування-калібрування вважається постійною величиною.

Збільшення середнього значення плити після пресування до величини 17,5 мм спричиняє збільшення величини стружки, яка зішліфовується з оброблюваної поверхні, що в результаті кардинально змінює картину впливу $S(H)$ на L (рис. 3). Зміна величини налагоджувального розміру абразивними циліндрами від 16,41 до 15,78 мм збільшує величину номінальної глибини шліфування (ця величина отримана, як половина різниці $H - H_n$) від 0,545 до 0,86 мм.

Варіант, при якому середня товщина плити після пресування $H = 16,93$ мм можна вважати перехідним, оскільки тут спостерігаємо відносну постійність величини L із збільшенням величини $S(H)$ (рис. 4).

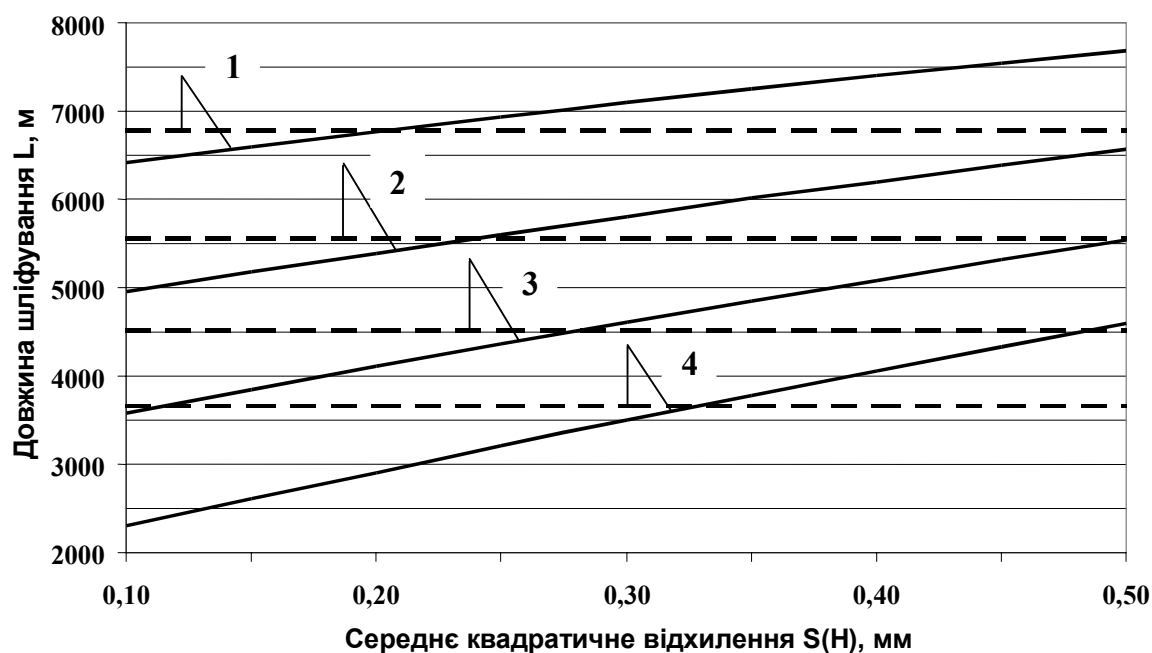


Рис. 3. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від середнього квадратичного відхилення товщини плити: ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; 1 – налагоджувальна товщина $H_H = 16,41$ мм; 2 – $H_H = 16,20$ мм; 3 – $H_H = 15,99$ мм; 4 – $H_H = 15,78$ мм; швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,5$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{Ц} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_Z = 0,3$

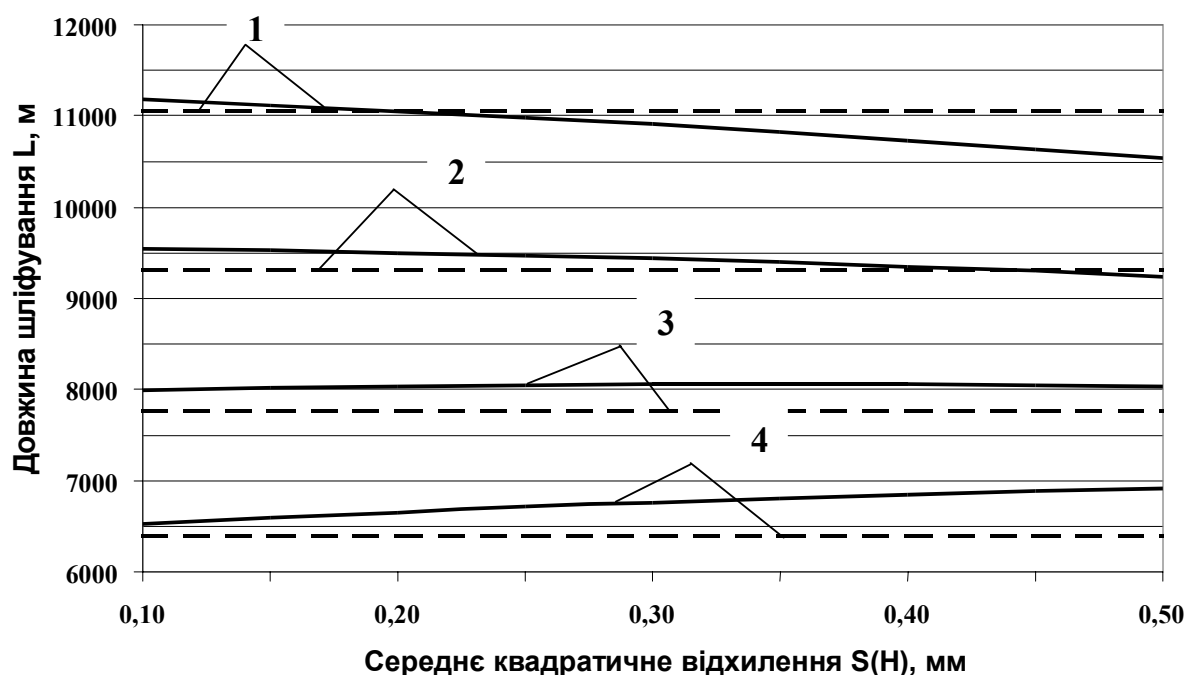


Рис. 4. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від середнього квадратичного відхилення товщини плити $S(H)$: ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; 1 – налагоджувальна товщина $H_H = 16,41$ мм; 2 – $H_H = 16,20$ мм; 3 – $H_H = 15,99$ мм; 4 – $H_H = 15,78$ мм; швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 16,93$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{Ц} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_Z = 0,3$

Таким чином, в результаті досліджень нами встановлено, що характер впливу величини середнього квадратичного відхилення товщини плити на довжину шліфування залежить від величини $h_n = (H - H_n)/2$:

- якщо $h_n = 0,145...0,460$ мм – збільшення середнього квадратичного відхилення призводить до зменшення довжини шліфування за період стійкості абразивного циліндра;
- якщо $h_n = 0,480...0,860$ мм – збільшення середнього квадратичного відхилення призводить до збільшення довжини шліфування за період стійкості абразивного циліндра;
- якщо $h_n = 0,460...0,470$ мм – збільшення середнього квадратичного відхилення не призводить до зміни величини довжини шліфування за період стійкості абразивного циліндра.

Для встановлення причин вище наведених наслідків нами в результаті імітаційного моделювання отримано варіанти розподілу випадкової величини товщини плити для різних значень величин H та $S(H)$.

Як видно з рис. 5, збільшення середнього квадратичного відхилення при $H = 16,7$ мм призводить до збільшення кількості плит із товщиною, близькою до середньої, що на нашу думку, погіршує умови роботи шліфувального інструмента і як наслідок спричиняє зменшення довжини оброблення (рис. 2).

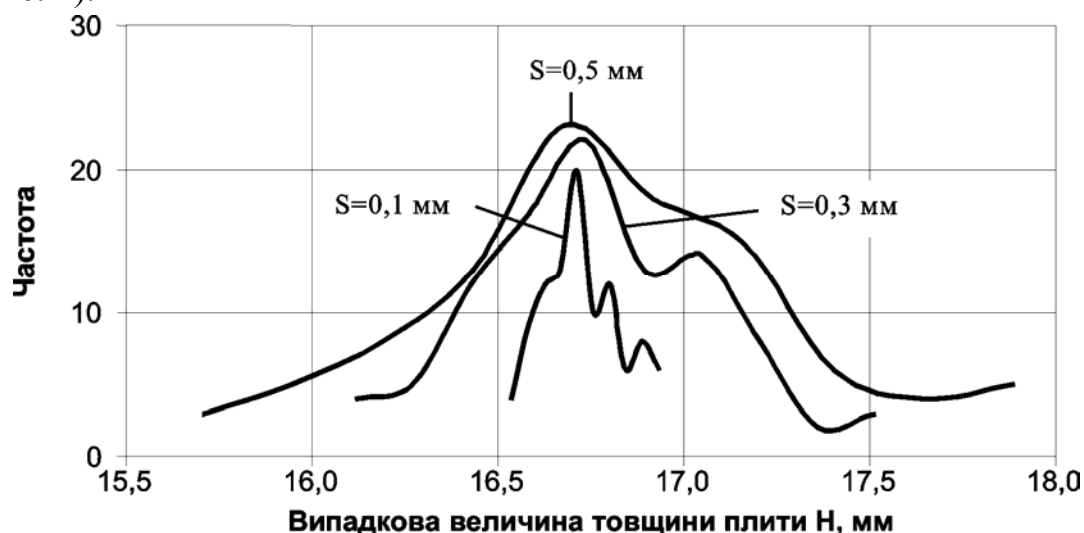


Рис. 5. Залежність частоти появи випадкової величини товщини плити H від її значення для різних значень середнього квадратичного відхилення $S(H)$: налагоджувальна товщина $H_n = 15,99$ мм; середня товщина плити після пресування $H = 16,7$ мм; об'єм досліджуваної вибірки $N = 100$

Навпаки, зменшення кількості плит товщиною, близькою до середньої із зростанням $S(H)$ (рис. 6), імовірно, призводить до полегшення умов роботи абразивного циліндра, що і визначає характер впливу середнього квадратичного відхилення на величину L (рис. 3).

Справедливість зробленого нами висновку про наявність вирішального впливу кількості плит із товщиною, близькою до середньої на працездатність абразивного інструмента підтверджує картина розподілу, представлена на рис. 7.

За умови, якщо $H = 16,93$ мм, кількість плит із середньою товщиною не залежить від величини розсіювання (рис. 7), а тому збільшення середнього квадратичного відхилення не призводить до зміни працездатності шліфуваль-

ного інструмента, а отже і до зміни довжини калібрування-шліфування (рис. 4). У результаті попередніх досліджень, проведених на СП "Інтерплит" (м. Надвірна), ВАТ "Кроно-Львів" (м. Кам'янка-Бузька), ВАТ "Костопільський завод ДСП", встановлено, що найбільш розповсюдженим для калібрування-шліфування ДСП є варіант, коли $h_n = 0,480 \dots 0,860$ мм (рис. 3).

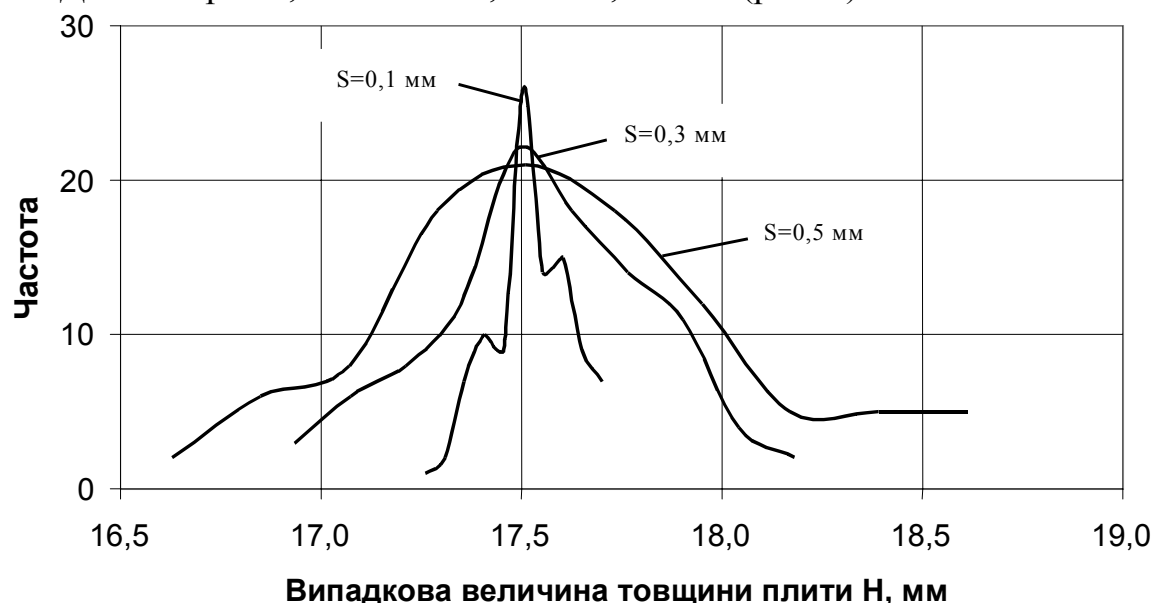


Рис. 6. Залежність частоти появи випадкової величини товщини плити H від її значення для різних значень середнього квадратичного відхилення $S(H)$:
налагоджувальна товщина $H_H = 15,99$ мм; середня товщина плити після пресування $H = 17,5$ мм; об'єм досліджуваної вибірки $N = 100$

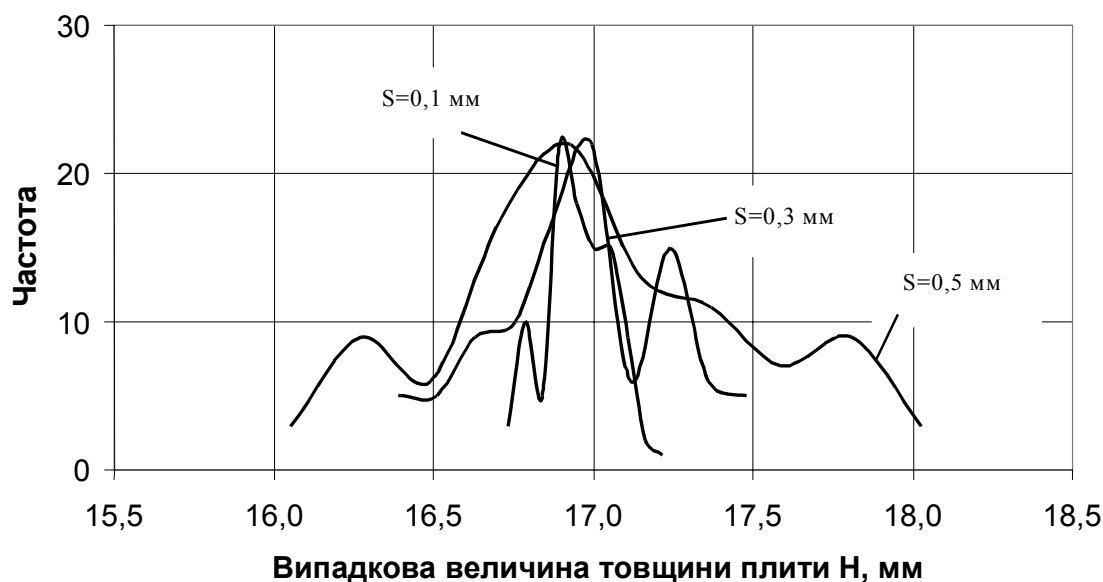


Рис. 7. Залежність частоти появи випадкової величини товщини плити H від її значення для різних значень середнього квадратичного відхилення $S(H)$:
налагоджувальна товщина $H_H = 15,99$ мм; середня товщина плити після пресування $H = 16,93$ мм; об'єм досліджуваної вибірки $N = 100$

Як видно з рис. 3, для кожного значення налагоджувальної товщини калібрування-шліфування існує визначена величина середнього квадратичного відхилення, при якому довжина шліфування за період стійкості абразивного циліндра є однаковою, як для варіанту, де враховують флуктацію товщини плити, так і для випадку, коли випадковий характер товщини плити не прий-

мається до уваги. Місце на прямій збільшення середнього квадратичного відхилення від 0,1 до 0,5 мм цієї точки залежить від значення величини H_n , а отже від величини номінальної глибини шліфування h_n при постійній величині середнього значення товщини плити H . Так, збільшення величини h_n від 0,545 до 0,860 мм зміщує абсцису точки перетину кривих залежності $L = f(S(H))$ для випадків наявності і відсутності флуктації товщини плити від 0,21 до 0,33 мм.

Значення середнього квадратичного відхилення в точці перетину, що описане вище, можна вважати до деякої міри критичним, оскільки в інтервалі, де $S(H) < S(H)_{кр}$ довжина калібрування-шліфування, визначена для реального випадку розсіювання товщини плити є меншою за довжину шліфування, коли $H = \text{const}$, а для інтервалу, де $S(H) > S(H)_{кр}$ – спостерігаємо протилежне явище: $L(H = \text{var}) > L(H = \text{const})$.

Різні значення $L(H = \text{var})$ та $L(H = \text{const})$ на докритичній та закритичній ділянках, очевидно, пояснюється тим фактом, що збільшення середнього квадратичного відхилення призводить до більш пологого характеру кривої розподілу (рис. 5...7), що в свою чергу вирівнює умови роботи абразивного інструмента з точки зору зменшення інтенсивності перепадів $H_{min} \rightarrow H$ та $H \rightarrow H_{max}$. Оскільки величина $|L(H = \text{var}) - L(H = \text{const})|$ є істотною (так для випадку $H_n = 15,78$ мм: при $S(H) = 0,1$ мм ця різниця становить 1400 м (38 % від $L(H = \text{const})$), а при $S(H) = 0,5$ мм – 900 м (25 % від $L(H = \text{const})$), її необхідно враховувати для оцінки ефективності процесу калібрування-шліфування.

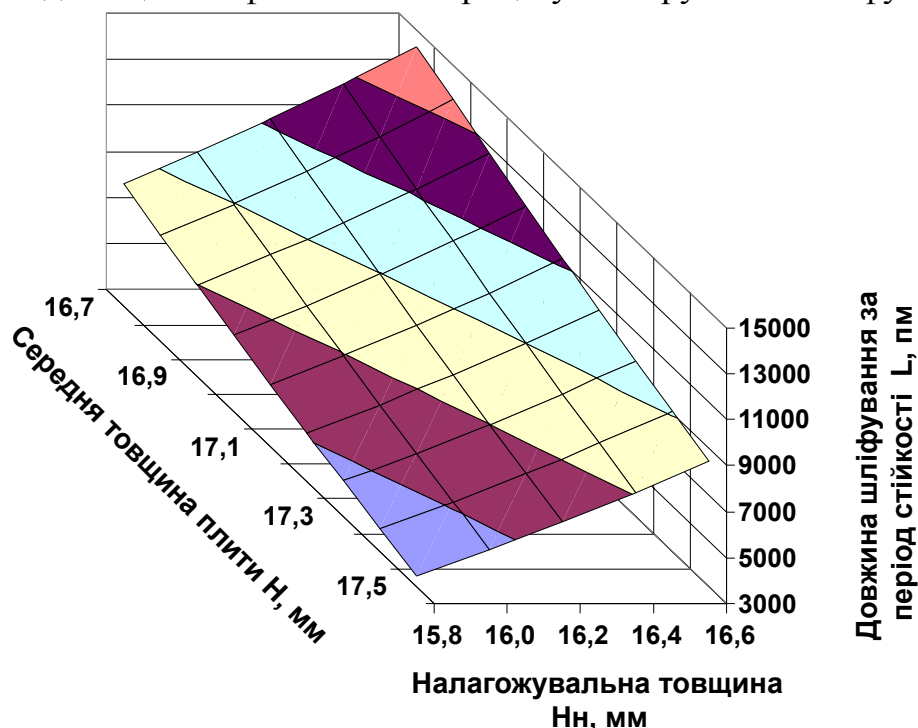


Рис. 8. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від середньої товщини плити після пресування H і налагоджувальної товщини H_n : середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів $H_{ц} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_{ZI} = 0,3$

Збільшення налагоджувального розміру шліфувального агрегата призводить до збільшення довжини шліфування за період стійкості (рис. 8), оскільки аналогічно до випадку зменшення середньої товщини плити після пресування спостерігається зменшення товщини стружки, яка зішліфовується з оброблюваної поверхні.

Характер впливу величин швидкості різання і швидкості подачі на довжину шліфування має класичний вигляд (рис. 9), оскільки тут наявні чітко виражені ділянки інтенсивного спрацювання (самозагострювання) та засалювання. Зменшення швидкості подачі в даному випадку призводить до зміщення критичної точки вліво, причому за умови $V_s = 14$ м/хв., явно вираженої ділянки інтенсивного спрацювання взагалі не існує (рис. 10).

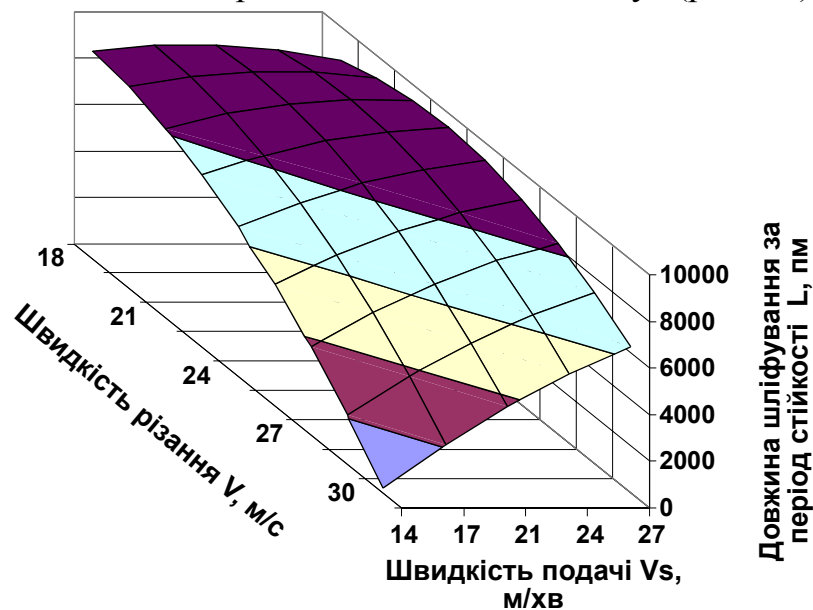


Рис. 9. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від швидкості різання V і швидкості подачі V_s : середня товщини плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина $H_H = 16,2$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{\text{ц}} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_z = 0,3$

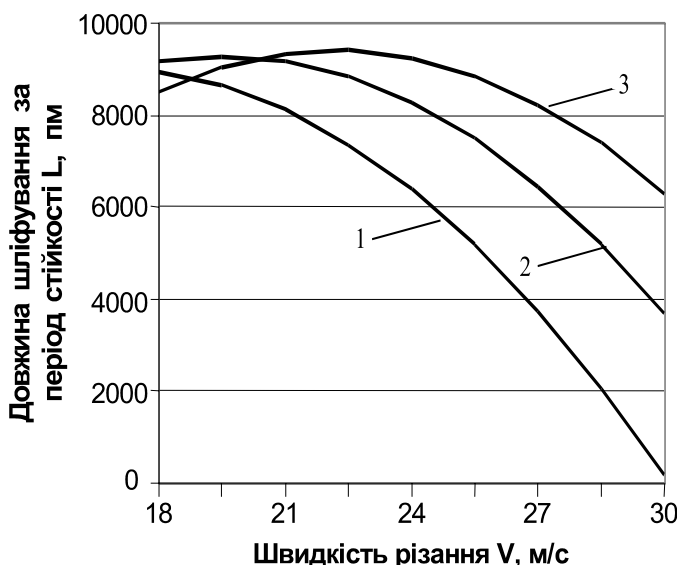


Рис. 10. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від швидкості різання V : 1 – швидкість подачі $V_s = 14$ м/хв.; 2 – швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; 3 – швидкість подачі $V_s = 27$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина $H_H = 16,2$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{\text{ц}} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_z = 0,3$

Відсутність ділянок засалювання (спадаючих виток кривої на рис. 9) у випадку, коли $V = 30$ м/с (максимальне значення з інтервалу варіювання) і $V_s = 14$ м/хв. (мінімальне значення з інтервалу варіювання) пояснюється явищем динамічної стійкості абразивного циліндра для випадку оброблення з максимальними швидкостями різання та сприятливими умовами роботи шліфувального інструмента внаслідок малої товщини стружки, що знімається для випадку шліфування-калібрування з мінімальними швидкостями подачі.

Наявність реального розсіювання товщини плити порівняно з обробленням, при якому $H = \text{const}$ не призводить до зміни характеру залежності довжини калібрування-шліфування за період стійкості від швидкості різання (рис. 11).

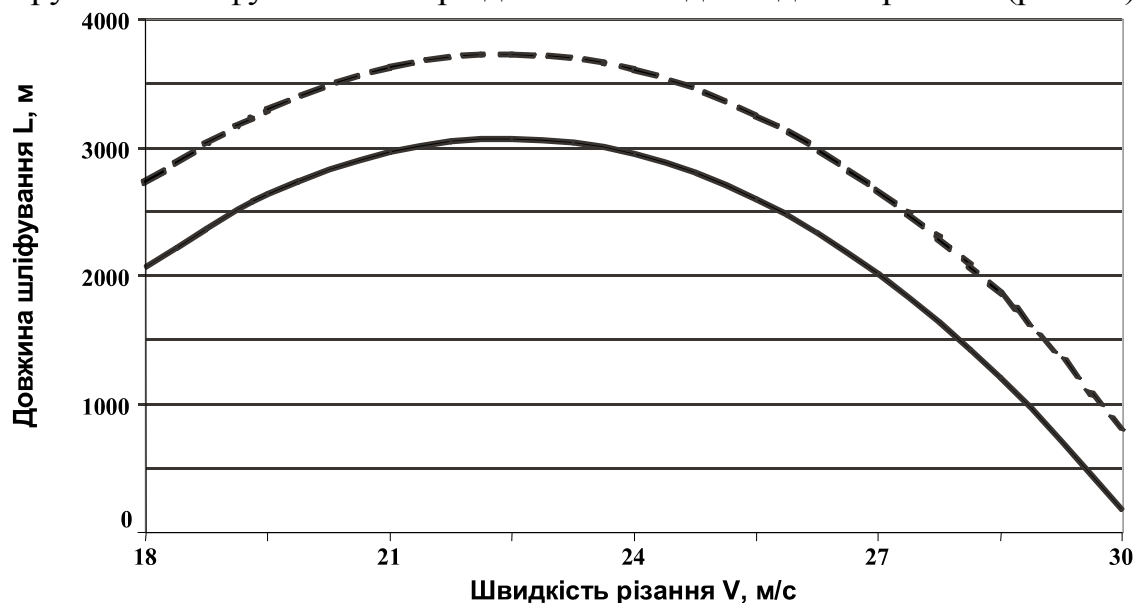


Рис. 11. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від швидкості різання V : ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,44$ мм; налагоджувальна товщина $H_H = 15,7$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,216$ мм; твердість абразивних інструментів $H_C = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_Z = 0,3$

Згідно рис. 11, якщо середня товщина плити після пресування $H = 17,44$ мм, налагоджувальна товщина $H_H = 15,7$ мм, а середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,216$ мм, то довжина шліфування для реальних умов наявності розсіювання є істотно меншою за розрахункову довжину шліфування в процесі оброблення плити постійної товщини. Ігнорування цим фактом у виробничих умовах призведе, на нашу думку, до погіршення якості оброблення.

Вплив твердості абразивних інструментів на величину L є подібний до впливу швидкості різання на цю ж величину, оскільки приблизно в середині інтервалу варіювання спостерігаємо наявність максимуму (критична точка згідно досліджень [1-3]) та існування характеристик спрацювання та засалювання (рис. 12).

Збільшення лінійних розмірів абразивного зерна призводить до збільшення об'єму міжзернових впадин, у які накопичуються стружка та відходи шліфування в процесі оброблення, що сприяє збільшенню довжини шліфування за період стійкості (рис. 12), причому вплив збільшення коефіцієнту

зернистості абразивних циліндрів K_z на величину L є значно інтенсивнішим за аналогічний вплив від збільшення твердості шліфувальних циліндрів.

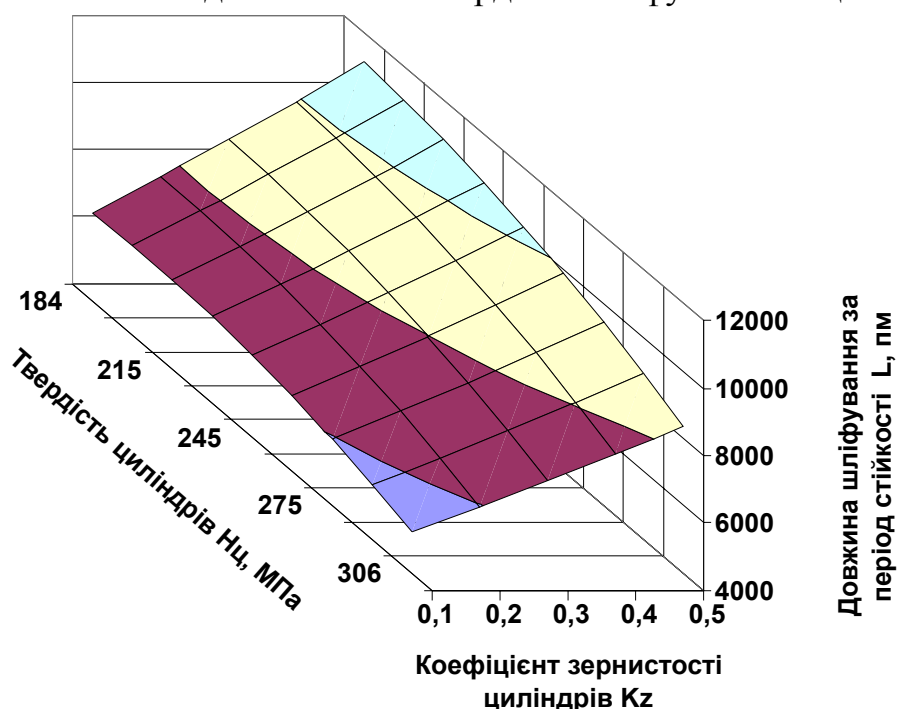


Рис. 12. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від коефіцієнту зернистості абразивних циліндрів K_z і їх твердості H_c : швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщини плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина $H_{HI} = 16,45$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм

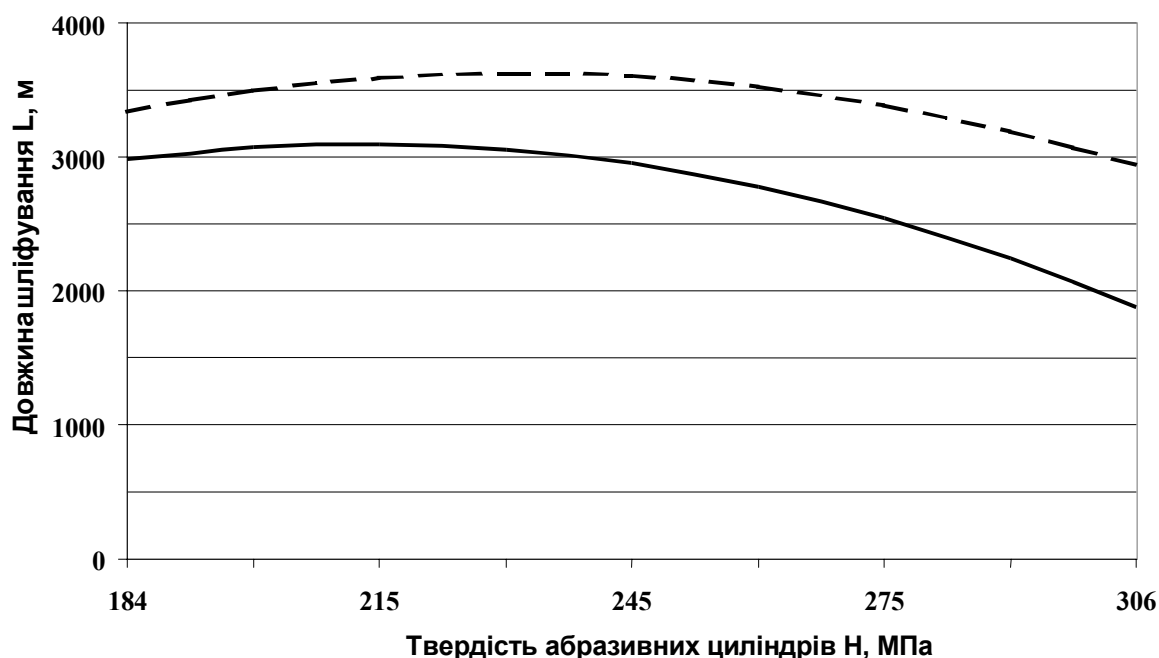


Рис. 13. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від твердості абразивних циліндрів H_c : ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,44$ мм; налагоджувальна товщина $H_{HI} = 15,7$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,216$ мм; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_z = 0,3$

Врахування факту наявності обов'язкової різнотовщинності плити призводить до істотного заниження довжини шліфування (рис. 13). Окрім зменшення реальної величини довжини шліфування, у випадку наявності флуктації товщини плити спостерігається зменшення ділянки спрацювання та збільшення ділянки засалювання із ростом твердості абразивних циліндрів (рис. 13).

Очевидно, наявність розсіювання за даних умов негативно впливає на працездатність шліфувального інструмента, причому величина $|L(H = \text{var}) - L(H = \text{const})|$ збільшується по мірі зростання твердості (рис. 13).

Збільшення лінійних розмірів абразивного зерна за умов наявності флуктації товщини плити так, як і у випадку $H = \text{const}$ призводить до збільшення довжини шліфування (рис. 14). На відміну від аналізу характеру залежності $L = f(H_{\text{ц}})$, у випадку зміни K_z крива значень величини L не змінює кута нахилу до осі абсцис для варіантів $H = \text{var}$ і $H = \text{const}$.

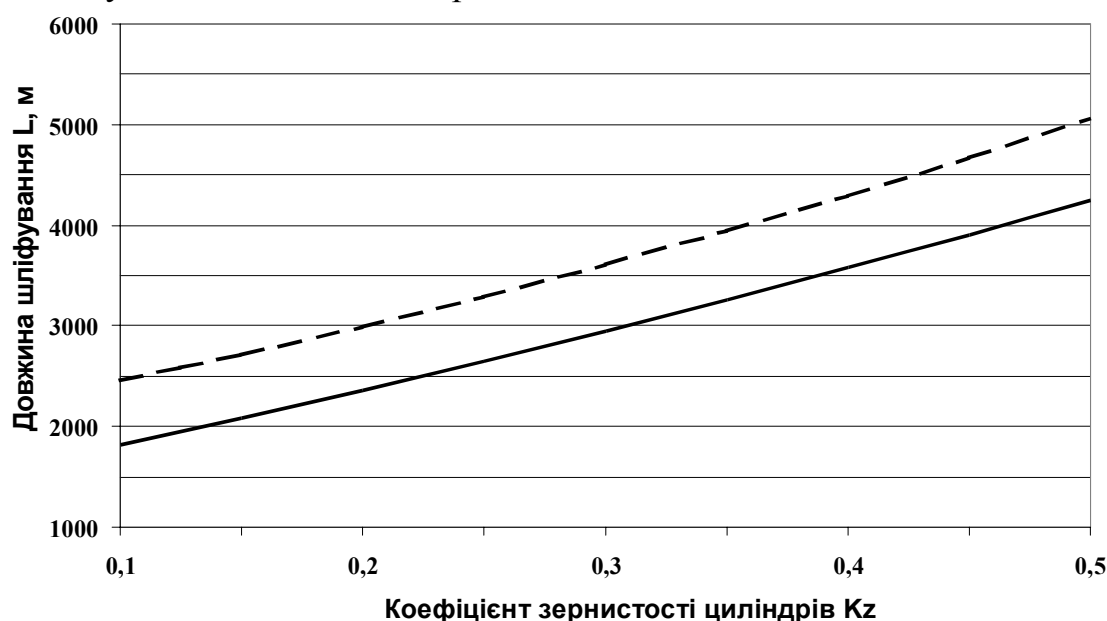


Рис. 14. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами за період стійкості L від коефіцієнту зернистості абразивних циліндрів K_z : ---- без врахування флуктації товщини плити; — з врахуванням флуктації товщини плити; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,44$ мм; налагоджувальна товщина $H_H = 15,7$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних інструментів $H_{\text{ц}} = 245$ МПа

Висновки

Вплив основних чинників на довжину процесу калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами істотно відрізняється від випадку, в якому товщина плити після пресування розглядається, як випадкова величина.

Наявність випадкового розсіювання для величини H , як правило, призводить до зменшення величини основних показників калібрування-шліфування.

Обґрунтування ефективності процесу калібрування-шліфування плитних матеріалів без врахування флуктації їхньої товщини призводить до істотного спотворення результатів.

Література

1. Яцюк А.И. Новый абразивный инструмент для шлифования древесины. ДАН УССР. – 1961, № 11. – С. 35-39.
2. Яцюк А.И. Новый способ механической обработки древесины. – Львов: Высшая школа, 1975. – 253 с.
3. Грицышин С.И. Потай А.А. Особенности шлифования-калибрования плит из стеблей хлопчатника абразивными цилиндрами. Совершенствование технологии и оборудования лесопильно-деревообр. производств. Тез. докл. к научно-техн. конф. 21-25 сент. – Архангельск, 1992. – С. 39-40.
4. Кійко О.А., Грицюк Ю.І. Порівняльна оцінка кінематичних особливостей роботи жорстких та еластичних шліфувальних інструментів у деревообробці// Наук. вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2000, вип. 9.13. – С. 113-122.

УДК 519.853

Проф. К.І. Янгурський, канд. техн. наук;

доц. І.В. Атаманова, канд. техн. наук;

доц. В.М. Фаст, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ У ЗАДАЧАХ ТЕПЛОФІЗИЧНОГО СИНТЕЗУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Запропоновано процедури прийняття рішень, які дають змогу проводити моделювання й аналіз теплових режимів технічних систем на різних рівнях конструкторської ієрархії з врахуванням способу охолодження без логічного обмеження на кількість рівнів.

*Prof. K.I. Yangyrskuy, doc. I.V. Atamanova,
doc. V.M. Fast – NU "L'viv's'ka Politekhnik"*

Project decision optimization for problems of thermophysical synthesis of technical systems

The decision-making procedures for thermal regime modelling and analysis are proposed. These procedures allow to optimize the thermal subsystem models for different levels of design hierarchy accounting for the way of cooling free of constraints on level quantity.

Досягнення в галузі мініатюризації електронних засобів (ЕЗ) поряд зі істотним зменшенням малогабаритних параметрів конструкцій призводить до збільшення питомої об'ємної потужності тепловиділення, що викликає складну проблему забезпечення нормальних теплових режимів ЕЗ. Ефективність сучасних методів забезпечення теплових режимів значною мірою залежить від прийнятих проектних рішень, зокрема від раціонального (оптимального) розміщення складових частин конструкцій, що являє собою основу теплофізичного проектування, спрямованого на формування (пошук) оптимального температурного поля.

Сучасні електронні комплекси і системи з конструктивної точки зору характеризуються впорядкованою структурою з ієрархічною підлеглистю складових частин. Звичайно розглядаються три основні ієрархічні рівні: перший – електронні засоби у вигляді конструктивно завершених модулів (ЕЗ-1), другий – блоки та прилади (ЕЗ-2), третій – шафи, стояки, пульти (ЕЗ-3).

Таким чином, розглядається задача розроблення математичних методів пошуку оптимальних проектних рішень з врахуванням багаторівневого