

Таким чином, ми бачимо, що розв'язання задачі сушіння у процесі конвективно-радіаційного сушіння зводиться до інтегрування відповідної системи рівнянь перенесення тепла і маси як у самому матеріалі, так і в навколишньому середовищі, що впливає на вологу деревину. Крім того, отримані нами вище рівняння дозволяють отримати ряд цікавих розв'язків. Так, наприклад, розв'язання рівняння (8) дає змогу отримати рівняння кривої сушіння для першого періоду. Якщо прийняти, що при $\tau_1 (\tau = \tau_{кр}), U = U_{кр}$, то

$$(U_{п} - U_{кр}) = \frac{q'_m \tau_{кр}}{\rho_B R} = N \tau_1, \quad (14)$$

звідки

$$\tau_1 = \frac{(U_{п} - U_{кр})}{q'_m} \rho_B R \quad (15)$$

Тоді, з врахуванням (15) і (9), отримаємо:

$$U_{кр} = U_{пов.кр} + \frac{q'_m R}{3a'_m \rho_B} = U_{п.кр} + \frac{NR^2}{3a'_m}. \quad (16)$$

УДК 674.02:621.923

Доц. О.А. Кійко, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЛІНІЇ З ДВОХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ-ШЛІФУВАННЯ ДЕРЕВОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ ЖОРСТКИМИ АБРАЗИВНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Розроблена імітаційна модель калібрування деревостружкових плит жорсткими абразивними циліндрами на лінії з двох шліфувальних агрегатів. Здійснено порівняльний аналіз роботи інструментів першого і другого агрегатів. Проведено оптимізацію процесу.

Doc. O.A. Kyiko – USUFWT

Research activity of line from two aggregates for calibrating of particle board by rigid abrasive cylinders

Simulation model process of calibration particle board by rigid abrasive cylinders for line from two aggregates is designed. The comparative operational analysis of tools for the first and second aggregates is carried out. The researches on this model are conducted with purpose optimization of this process.

Проведені в УкрДЛТУ експериментальні дослідження із вивчення процесу калібрування-шліфування ДСП жорсткими абразивними інструментами носять частковий характер і не враховують випадкову природу багатьох змінних чинників, а тому не дають відповіді на наступні вкрай важливі питання:

- скільки абразивних інструментів і якої зернистості та твердості необхідно для забезпечення найбільш якісного і продуктивнішого абразивного оброблення партії плит, що відповідає конкретним умовам даного виробництва?;

- якими є оптимальні налагоджувальні розміри (лінійний розмір між твірними двох абразивних циліндрів за умови використання суміщеної схеми та між твірною циліндра і площиною оброблюваної поверхні за умови використання рознесеної схеми), що встановлюються на всіх шліфувальних агрегатах?;
- які необхідно використати конкретні шляхи підвищення ефективності процесу калібрування-шліфування деревних плитних матеріалів в умовах виробництва?

Задачею проведених досліджень було вивчення роботи лінії з двох агрегатів для здійснення процесу калібрування-шліфування жорсткими абразивними циліндрами (рис. 1) з метою підвищення ефективності абразивного оброблення.

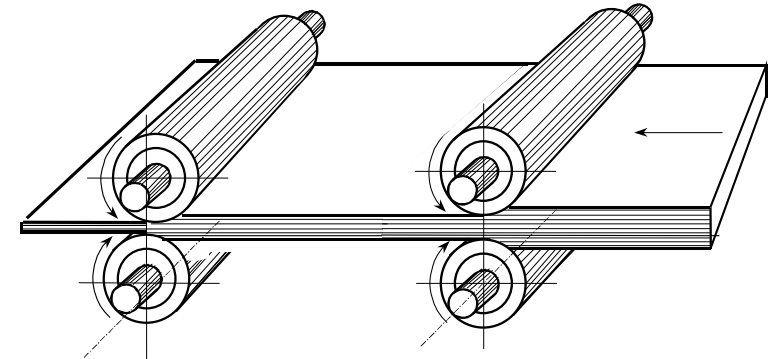


Рис. 1. Схема лінії з двох агрегатів для калібрування-шліфування ДСП жорсткими абразивними циліндрами

З метою вивчення роботи лінії розроблена імітаційна модель процесу, на якій проведені дослідження. Для цього реалізований уніформ-рототабельний план, в ортогональній частині якого використаний дробовий факторний план типу 2^{10-5} (1/32 частина репліки повного факторного плану типу 2^{10}).

Відмінною особливістю досліджень роботи лінії з двох агрегатів, порівняно із дослідженням процесу калібрування-шліфування ДСП одним агрегатом є те, що характеристики абразивного оброблення другого проходу є залежними від основних чинників першого.

Нами досліджувався вплив товщини деревостружкових плит після пресування і технологічної витримки, середнього квадратичного відхилення товщини плити, налагоджувальних товщин першого і другого шліфувальних агрегатів, твердості та зернистості абразивних циліндрів двох агрегатів, швидкості різання і швидкості подачі на довжину прокаліброваної ДСП до повного зносу абразивних циліндрів (рис. 2...11).

У випадку, коли величина середнього квадратичного відхилення мінімальна $S(H)=0,1$ мм, збільшення середньої товщини плити після пресування і технологічної витримки призводить до зменшення довжини шліфування як для першого, так і для другого шліфувальних агрегатів (рис. 2, 3). Для абразивних циліндрів першого проходу інтенсивність такого збільшення більш суттєва порівняно з другим проходом, оскільки загальна різнотовщинність

плит після першого абразивного оброблення зменшується. Коли товщина ДСП набуває мінімального значення ($H=16,7$ мм), збільшення величини розсіювання сприяє зменшенню періоду стійкості абразивних циліндрів (рис. 2, 3). Якщо ж товщина плити є максимальною ($H=17,5$ мм), то збільшення різновтовщинності навпаки призводить хоча і не до значного, але все ж таки до збільшення довжини шліфування.

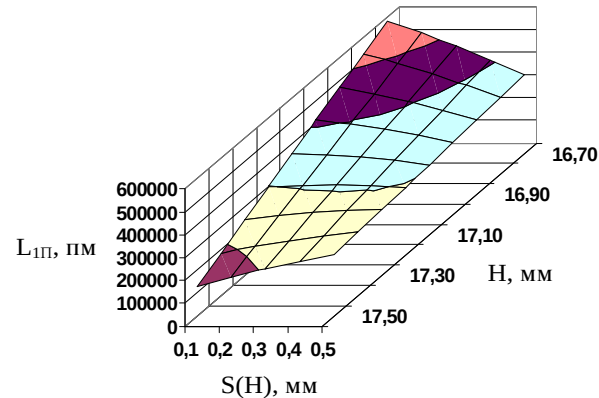


Рис. 2. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами першого агрегату до повного зносу L_{1n} від середньої товщини плити після пресування H і середнього квадратичного відхилення товщини плити $S(H)$: налагоджувальна товщина першого агрегату $HH1 = 16,45$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів: $HC1=245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $KZ1=0,4$.

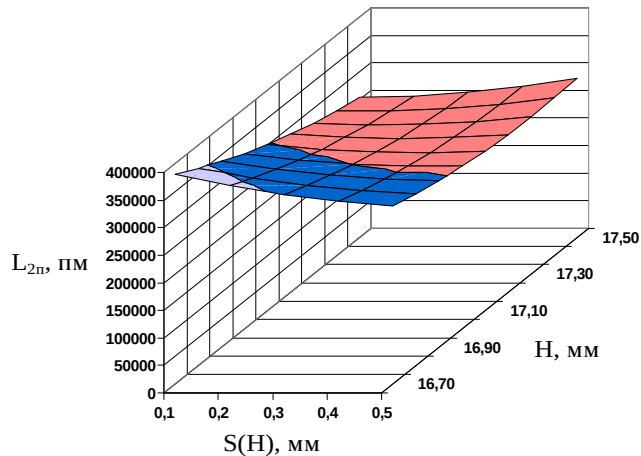


Рис. 3. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} від середньої товщини плити після пресування H і середнього квадратичного відхилення товщини плити $S(H)$: налагоджувальна товщина другого агрегату $HH2 = 15,95$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів: $HC2=245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $KZ1=0,3$.

Збільшення налагоджувальної товщини калібрування-шліфування (відстані між абразивними циліндрами) для обох агрегатів призводить до зменшення товщини ДСП, яка зішліфовується абразивними циліндрами (рис. 4, 5).

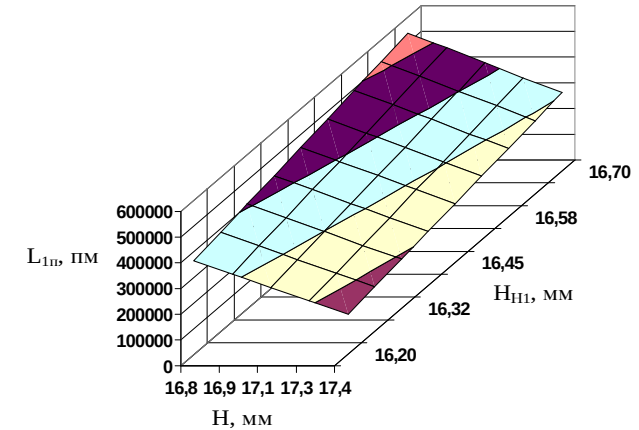


Рис. 4. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами першого агрегату до повного зносу L_{1n} від середньої товщини плити після пресування H і налагоджувальної товщини першого агрегату $HH1$: середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів: $HC1=245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $KZ1=0,4$.

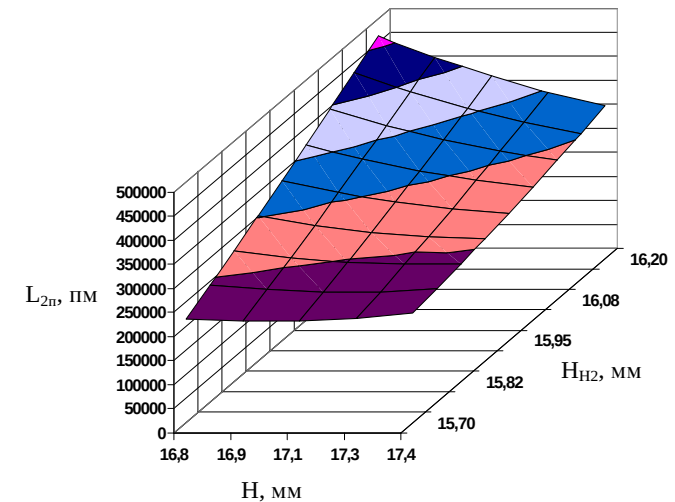


Рис. 5. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивним циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} від середньої товщини плити після пресування H і налагоджувальної товщини другого агрегату $HH2$: середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв., швидкість різання $V = 24$ м/с; твердість абразивних інструментів: $HC2=245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $KZ2=0,3$.

Збільшення величини швидкості різання у процесі калібрування ДСП призводить до збільшення динамічної міцності абразивних циліндрів, що у свою чергу призводить до зменшення довжини калібрування-шліфування (рис. 6, 7). Зміна величини швидкості подачі практично не впливає на ресурс роботи шліфувальних інструментів (рис. 6, 7).

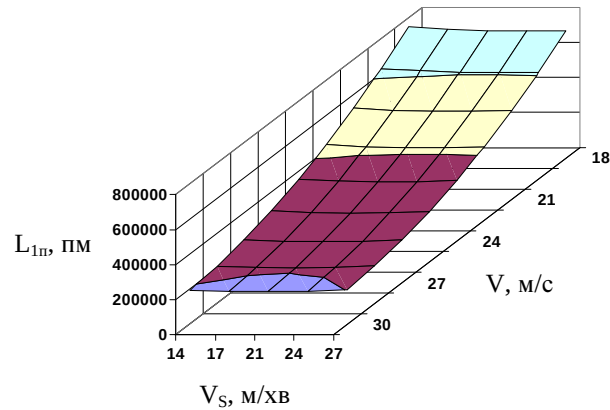


Рис. 6. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами першого агрегату до повного зносу L_{1n} від швидкості різання V і швидкості подачі V_s : середня товщина плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина першого агрегату $H_{H1} = 16,45$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних інструментів: $H_{H1} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $K_{Z1} = 0,4$.

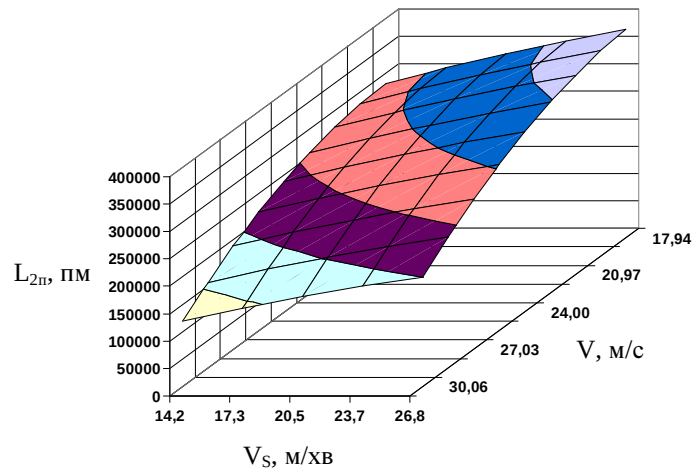


Рис. 7. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} від швидкості різання V і швидкості подачі V_s : середня товщина плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина другого агрегату $H_{H2} = 15,95$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних інструментів: $H_{H2} = 245$ МПа; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів: $K_{Z1} = 0,3$.

Збільшення лінійних розмірів абразивних зерен шліфувальних інструментів призводить до зменшення величини нормальної та дотичної складових сили різання. Окрім цього, збільшення зернистості інструментів сприяє збільшенню об'єму міжзернових впадин та покращенню їх ріжучої здатності, що в результаті полегшує умови калібрування-шліфування ДСП та призводить до збільшення ресурсу роботи абразивних циліндрів першого і другого агрегатів (рис. 8, 9).

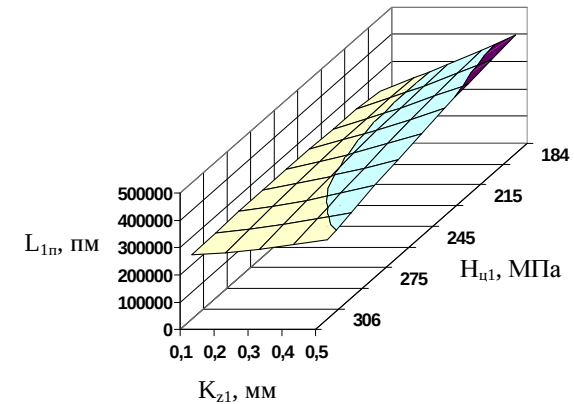


Рис. 8. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами першого агрегату до повного зносу L_{1n} від коефіцієнту зернистості абразивних циліндрів K_{Z1} і їх твердості H_{H1} : швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина першого агрегату $H_{H1} = 16,45$ мм; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм.

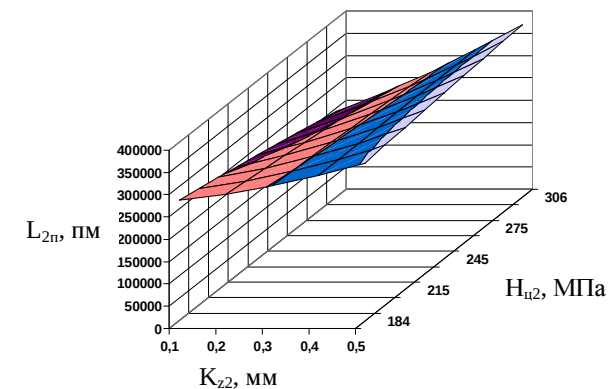


Рис. 9. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} від коефіцієнту зернистості абразивних циліндрів K_{Z2} і їх твердості H_{H2} : швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщина плити після пресування $H = 17,1$ мм; налагоджувальна товщина першого агрегату $H_{H1} = 16,45$ мм; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_{Z1} = 0,5$; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм.

Зменшення твердості жорстких шліфувальних інструментів відбувається за рахунок зменшення об'ємного вмісту зв'язуючого або об'ємного вмісту зерна. Сукупна дія цих чинників призводить до того, що у процесі оброблення абразивні зерна не зовсім міцно утримуються в тілі інструмента, маючи можливість легкого сколювання і викришування. Оскільки сили різання при цьому зменшуються, то довжина калібрування-шліфування до повного зносу робочого шару циліндрів збільшується (рис. 8, 9).

Ресурс роботи абразивних циліндрів залежить від зернистості і твердості інструментів не тільки другого, але й першого агрегатів, оскільки величина цих структурних параметрів впливає на умови роботи шліфувальних інструментів другого проходу (рис. 10). Збільшення зернистості інструментів першого агрегату за умови їх мінімальної твердості призводить до зменшення ресурсу роботи циліндрів другого агрегату. У випадку фіксації максимального значення твердості спостерігаємо навпаки збільшення довжини оброблення (рис. 10). Це пояснюється тим, що за певних умов зменшення твердості не тільки полегшує умови роботи, але й призводить до збільшення висоти мікронерівностей, які потрібно ліквідувати на другому проході.

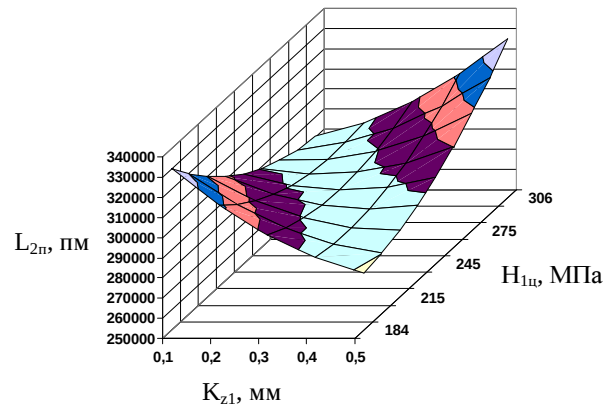


Рис. 10. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} коефіцієнту від зернистості K_{z1} і твердості H_{n1} абразивних циліндрів другого шліфувального агрегату: налагоджувальна товщина першого агрегату $H_{n1} = 15,95$ мм; налагоджувальна товщина другого агрегату $H_{n2} = 16,45$ мм; швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщини плити після пресування $H = 17,1$ мм; коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_{z2} = 0,3$; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних циліндрів $H_{n2} = 245$ МПа.

Збільшення налагоджувальної товщини на першому агрегаті призводить до зменшення глибини шліфування, що спричиняє збільшення ресурсу роботи абразивних циліндрів другого проходу (рис. 11). Аналогічне збільшення налагоджувальної товщини першого проходу сприяє зменшенню глибини шліфування цього агрегату і для усунення різнотовщинності на другому агрегаті потрібно зішліфувати більший за товщиною шар деревостружкової плити. Як наслідок, ресурс роботи інструментів другого агрегату зменшується.

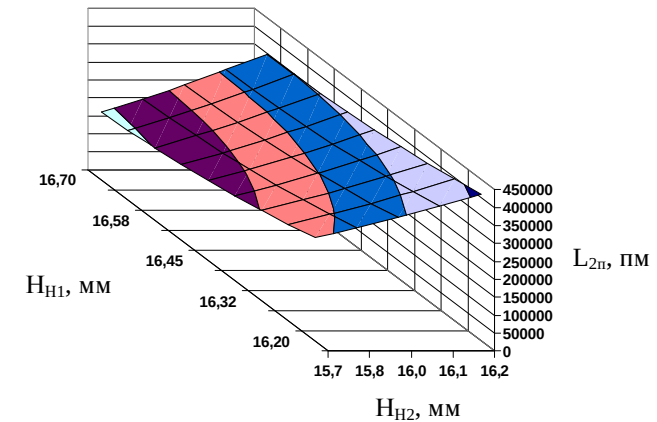


Рис. 11. Залежність довжини калібрування-шліфування ДСП абразивними циліндрами другого агрегату до повного зносу L_{2n} від налагоджувальних товщин першого H_{n1} та другого H_{n2} агрегатів: швидкість різання $V = 24$ м/с; швидкість подачі $V_s = 20,5$ м/хв.; середня товщини плити після пресування $H = 17,1$ мм; коефіцієнти зернистості абразивних циліндрів $K_{z1} = 0,4$; $K_{z2} = 0,3$; середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,3$ мм; твердість абразивних циліндрів $H_{n1} = H_{n2} = 245$ МПа.

Нами проведена оптимізація процесу калібрування-шліфування деревостружкових плит жорсткими абразивними циліндрами на лінії, до структури якої входить два шліфувальних агрегати (кожний агрегат складається з двох симетрично розмішених інструментів). За критерій оптимізації вибраний ресурс роботи абразивних інструментів до повного спрацювання.

Для здійснення оптимізації прийняті реальні умови виготовлення ДСП на СП "Інтерплит", м. Надвірна, Україна (середнє квадратичне відхилення товщини плити на цьому підприємстві згідно проведених нами досліджень $S(H) = 0,216$ мм; середня товщина плити $H = 17,280$ мм).

У результаті проведених розрахунків отримані наступні значення структурних та режимних параметрів процесу оброблення, при яких сумарний ресурс роботи абразивних циліндрів максимальний:

- товщина деревостружкових плит після пресування і технологічної витримки $H = 17,1$ мм;
- середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,216$ мм;
- налагоджувальна товщина калібрування першого агрегату $H_1 = 16,7$ мм;
- налагоджувальна товщина калібрування другого агрегату $H_2 = 16,2$ мм;
- твердість абразивних циліндрів першого агрегату $H_{n1} = 197$ МПа;
- коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів першого агрегату $K_{z1} = 0,5$;
- твердість абразивних циліндрів другого агрегату $H_{n2} = 240$ МПа;
- коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів другого агрегату $K_{z2} = 0,5$;
- швидкість різання $V = 19$ м/с;
- швидкість подачі $V_s = 13$ м/хв.

Намічені заходи за умови впровадження дозволять:

Зменшити середню товщину ДСП з $H = 17,280$ мм до $H = 17,1$ мм (за рахунок зменшення товщини дистанційних планок пресу), що зекономить

для даного підприємства 2582,1 м³ круглої деревини та 136702 кг карбамідо-формальдегідної смоли в рік загальною вартістю 369095 грн.

Збільшити загальний ресурс роботи абразивних циліндрів першого проходу до 1171079 п.м та загальний ресурс роботи абразивних циліндрів другого проходу до 485209 п.м.

УДК 697.685.8

Доц. Л.К. Гліненко, канд. техн. наук;
асист. В.М. Фаст – НУ "Львівська політехніка"

ЕВОЛЮЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИМУСОВОЇ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ

Здійснено аналіз сучасного стану розвитку локальних систем подачі повітря та визначені основні напрямки їх потенційного розвитку.

Doc. L.K. Glinenko, assist. V.M. Fast – NU "Lvivs'ka Politekhnikha"

Evolution Potential of Local Systems of Air Supply

The spike-off-art of local systems of air supply is analyzed. The main direction of their potential evolution are determined.

Системи примусової подачі повітря знаходять широке застосування при створенні примусового газообміну (системи вентиляції) та перерозподілі теплових полів в об'ємах конструкції (локальні системи повітроподчі, ЛСПП).

Метою роботи є дослідження актуальності робіт з розроблення та проектування ЛСПП, визначення пріоритетних напрямків робіт у цій галузі та способів їх реалізації. За методологічну основу дослідження були прийняті методи еволюційних кривих та еволюційного потенціалу розвитку; емпіричну базу дослідження створили дані патентного фонду США [1] та Росії [2], дані публікацій у періодичній літературі та результати власних досліджень авторів.

1. Метод еволюційних кривих розвитку

Цей метод визначення етапу і перспективних напрямків розвитку ТС визначенням положення ТС на основній еволюційній s-кривій (рис. 1): кожному положенню ТС на еволюційній кривій відповідають певні типи пріоритетних завдань вдосконалення ТС і певний набір параметрів ТС, на покращенні яких зосереджуються зусилля розробників.

Положення ТС на основній еволюційній кривій визначають порівнянням динаміки зміни чотирьох основних метрик: комбінації параметрів, прийнятої за показник ідеальності; кількості та рівня винаходів по ТС, економічної ефективності системи [3]. Кожен з цих показників має чітко окреслений характер зміни в межах кожного з етапів розвитку і при переході з етапу на етап (рис. 1, 2), що дозволяє при наявності даних по кількох показниках вирішити зворотну задачу: за характером зміни у певний проміжок часу визначити етап розвитку ТС і конкретизувати певну ділянку в межах цього етапу.



Рис. 1. Типова S-крива розвитку ТС з виділеними пріоритетними напрямками вдосконалень (сфери патентування нових технічних рішень). [4]

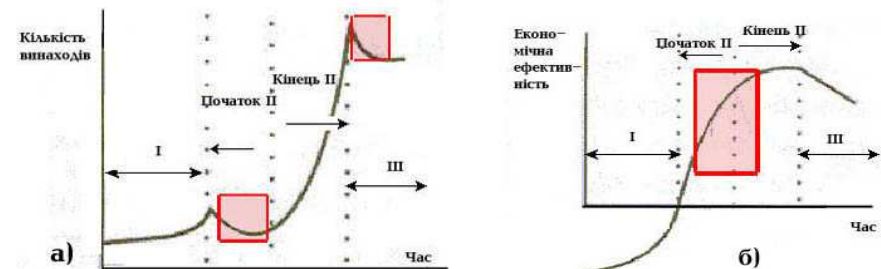


Рис. 2. Динаміка кількості винаходів ТС та економічної ефективності від неї на різних етапах розвитку ТС.

Частина з цих метрик важко піддається визначенню, тому було запропоновано застосування додаткових ідентифікаторів, динаміка яких також корелює з положенням ТС на основній кривій розвитку. До них можуть бути віднесені наступні параметри: параметри, на покращенні яких зосереджуються зусилля у даний момент часу (рис. 1) [5]; кількість (частка) винаходів "на здешевлення" та "на виправлення" [5, 6], спрямованих на зменшення вартості ТС та усунення недоліків, які виникають як наслідок попередніх винаходів по вдосконаленню системи, без усунення їх реальної причини (рис. 3); тип усунених недоліків та способи їх усунення згідно до наявних винаходів [5]; реалізованість тенденції на згортання ТС та динаміка розвитку структурної складності системи (рис. 3 б) [7]; динаміку обсягу ринку даної ТС, яка корелює з показником економічної ефективності.

Результати аналізу. Для визначення положення ТС "повітропровід систем повітроподачі (охолодження)" в межах методу еволюційного прогнозування нами були досліджені наступні метрики: кількість винаходів по ТС; розподіл винаходів за тематикою (параметри, які вдосконалювалися; способи вдосконалення); частка винаходів на здешевлення і виправлення; динаміка складності системи, реалізованість тенденції на згортання.