

Література

1. Кірик М.Д. Підготовки дереворізальних інструментів до роботи та їх експлуатація. Посібник для ВНЗ. – Львів: Ахіл, 2002. – 408 с.
2. Ребезнюк І.Т. Визначення заднього кута при зовнішній боковій різальній крайці зуба стрічкової пилки// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. – Львів: УкрДЛТУ, 2003, вип. 29. – С. 176-184.
3. Ребезнюк І.Т. Визначення кута швидкості різання на горизонтальних стрічкопилкових верстатах. – Наук вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.8. – С. 186-191.

УДК 674.815

*Інж. В.І. Полоз – Коломийський коледж;
проф. В.В. Шостак, д-р техн. наук – УкрДЛТУ*

ОПТИМАЛЬНА ПЕРІОДИЧНІСТЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ

Розроблено цільову функцію оптимізації періодичності технічного обслуговування та ремонту, критерієм фактичної годинної продуктивності верстата за ремонтний цикл. Встановлено, що коефіцієнт готовності обладнання для подрібнення деревини залежить від параметра потоку відмов і середнього часу відновлення.

Eng. V.I. Poloz; prof. V.V. Shostak – USUFWT

Optimum periodicity of maintenance service and repair of the equipment for crushing wood

Criterion function of optimization periodicity maintenance service and repair behind criterion of actual hour productivity of the machine tool for a repair cycle is developed. It is established that the factor of readiness equipment for crushing wood depends from parameter of a stream refusals and average time of restoration.

На більшості підприємств ще існує практика, за якої верстати експлуатуються до відмови і навіть до аварії. Така практика не тільки економічно не вигідна, але й небезпечна для людей, які працюють на верстатах і живуть у промислових районах. Ремонт давно перестав бути другорядною справою. Його організація у масштабах окремих підприємств і цілих галузей, навіть цехів і окремих верстатів вимагає наукового підходу. Звичайно певні витрати на ремонти треба робити завжди – немає вічних машин, немає незрошуваних матеріалів, але зменшити ці витрати, їх регулювати можна і необхідно. У кожному конкретному випадку витрати на ремонт і простої в ремонті визначаються не тільки величиною зношення машини, але і своєчасністю ремонту. Передчасні і запізнїлі ремонти однаково вимагають більших витрат матеріалів, енергії більших коштів. Іншими словами – виконання ремонтів за оптимальними науково обґрунтованими термінами – рівнозначно зменшенню витрат на ремонти.

Що ж таке оптимальні терміни ремонтів? Коли ремонтувати машину? Коротка і, здавалося б, вичерпна відповідь: коли настане її зношення. Шкода, але ця відповідь дуже розпливчата. Саме поняття зношення, для машини в цілому, має деяку невизначеність. Резонно також поставити запитання: який кінцевий результат потрібно одержати після визначення оптимальних термі-

нів ремонту? Тобто, який показник взяти за критерій оптимізації? Виходячи із завдань ремонтної служби та ефективності техніки в умовах господарського розрахунку, можна сформулювати такі критерії оптимізації:

1) мінімальна тривалість простою обладнання в ремонті

$$\Pi = \Pi_{\Pi} + \Pi_H \rightarrow \min; \quad (1)$$

2) мінімум зведених затрат на випуск продукції

$$Z = C + E_H \cdot K \rightarrow \min; \quad (2)$$

3) максимальна фактична годинна продуктивність верстата за ремонтний цикл

$$Q_{\phi} = \frac{q \cdot T_{\phi}}{T_{\phi} + \Pi} \rightarrow \max; \quad (3)$$

4) максимальне значення коефіцієнта готовності, K_G ;

5) максимальне значення коефіцієнта технічного використання, K_{TB} ;

де: Π_{Π} – простої у планових ремонтах; Π_H – простої у непланових ремонтах; C – собівартість продукції; E_H – нормативний коефіцієнт економічної ефективності; K – капітальні витрати; q – годинна технологічна продуктивність верстата для подрібнення деревини; T_{ϕ} – тривалість ремонтного циклу.

З точки зору надійності, обладнання для виробництва деревностружкових плит є системою з послідовним з'єднанням елементів, що працює у безперервному режимі. Відмова будь-якої ланки цієї системи призводить до зупинки всього цеху. Тому оптимізацію періодичності виконання планових ремонтних заходів необхідно проводити для всієї системи в якій кожна ланка має одну і ту ж періодичність, але свій зміст.

Простої у планових ремонтах з врахуванням простою у капітальному ремонті визначаються за формулою

$$\Pi_{\Pi} = \left(\frac{T_{\phi}}{t_{mp}} - 1 \right) \cdot T_{\Pi} + T_{KP}, \quad (4)$$

де: t_{mp} – тривалість міжремонтного періоду; T_{Π} – середній час відновлення у планових ремонтах; T_{KP} – простій у капітальному ремонті.

Простої у непланових ремонтах визначаються за формулою

$$\Pi_H = \frac{T_{\phi}}{t_{mp}} \cdot t_{\phi}(t_p) \cdot \Omega(t_{mp}), \quad (5)$$

де: $t_{\phi}(t_p)$ – тривалість відновлення непланових відмов як функція від часу роботи обладнання; $\Omega(t_{mp})$ – функція відновлення, що показує кількість відмов за міжремонтний період.

Тривалість відновлення непланових відмов у хвилинах, визначається за рівнянням регресії [1] у вигляді полінома другого степеня

$$t_{\phi}(t_p) = b_0 + b_1 \cdot t_p + b_2 \cdot t_p^2, \quad (6)$$

де t_p – оперативний час роботи обладнання за міжремонтний період;

$$b_0 = 64, 93; \quad b_1 = -3,551 \cdot 10^{-2}; \quad b_2 = 5,676 \cdot 10^{-5}.$$

Функція відновлення для обладнання головного конвеєра заводу деревностружкових плит "Інтерплит" [2] визначається за формулою

$$\Omega(t_{mp}) = \int_0^{t_{mp}} \omega(t_p) \cdot dt_p, \quad (7)$$

де $\omega(t_p)$ – параметр потоку відмов, як функція від часу оперативної роботи за міжремонтний період.

Параметр потоку відмов описується рівнянням регресії у вигляді полінома третього степеня

$$\omega(t_p) = a_0 + a_1 \cdot t_p + a_2 \cdot t_p^2 + a_3 \cdot t_p^3, \quad (8)$$

де: $a_0 = 0,1145173$; $a_1 = 1,3099 \cdot 10^{-3}$; $a_2 = -5,9626 \cdot 10^{-6}$; $a_3 = 7,6834 \cdot 10^{-9}$.

Після інтегрування отримаємо

$$\Omega(t_{mp}) = a_0 \cdot t_p + \frac{1}{2} a_1 \cdot t_{mp}^2 + \frac{1}{3} a_2 \cdot t_{mp}^3 + \frac{1}{4} a_3 \cdot t_{mp}^4. \quad (9)$$

Годинна технологічна продуктивність дискової рубальної машини у щільних м³ визначається [3] за формулою

$$q = \frac{60 \cdot h \cdot z \cdot n \cdot F \cdot K_{зан} \cdot K_{п}}{1000 \cdot \sin \alpha}, \quad (10)$$

де: h – виступ ножа за диск рубальної машини, мм; z – число ножів на диску; n – частота обертання диска, об./хв.; F – площа прохідного перетину вікна патрона, м²; $K_{зан}$ – коефіцієнт заповнення прохідного вікна патрона; $K_{п}$ – коефіцієнт подачі, що враховує розриви у подачі сировини; α – кут нахилу завантажувального патрона.

Після підстановки у (3) всіх величин цільова функція оптимізації записується у вигляді

$$Q_{\phi} = \frac{q}{1 + \left(\frac{1}{t_{mp}} - \frac{1}{T_u} \right) \cdot T_{п} + \frac{T_{кр}}{T_u} + \frac{t_6(t_{mp})}{t_{mp}} \cdot \int_0^{t_{mp}} \omega(t_p) \cdot dt_p} \rightarrow \max. \quad (11)$$

За даними заводу "Інтерплит" за останні п'ять років було виконано 56 ремонтних заходів простої у планових ремонтних заходах дорівнювали 2184 години. Середня тривалість планового ремонтного заходу дорівнює 39 год. Середня тривалість простою у капітальному ремонті за останні п'ять років дорівнювала 600 год.

Для розрахунку оптимального значення міжремонтного періоду за цільовою функцією оптимізації (11) складено алгоритм і програму "ОРТТМО", яка реалізована на ПЕОМ. Для розрахунків прийнято дані для рубальної машини "Раума 8-3000": $h = 20$ мм; $z = 8$ шт.; $n = 300$ об./хв.; $F = 0,5625$ м²; $K_{зан} = 0,2$; $K_{п} = 0,5$; $\alpha = 52^\circ$; $\sin(52^\circ) = 0,788$; $t_{mp} = 100 \dots 800$ год. Тривалість ремонтного циклу прийнято $T_u = 7200$; 10800; 14400 год. Розрахунки показують, що зі збільшенням тривалості міжремонтного

тного) періоду фактична продуктивність спочатку зростає, а потім стрімко падає (рис. 1). Оптимальне значення тривалості міжоглядового періоду $t_{mo(opt)}$ становить 492,6 год. З рис. 1 бачимо, що збільшення тривалості ремонтного циклу незначно впливає на ріст фактичної продуктивності верстата.

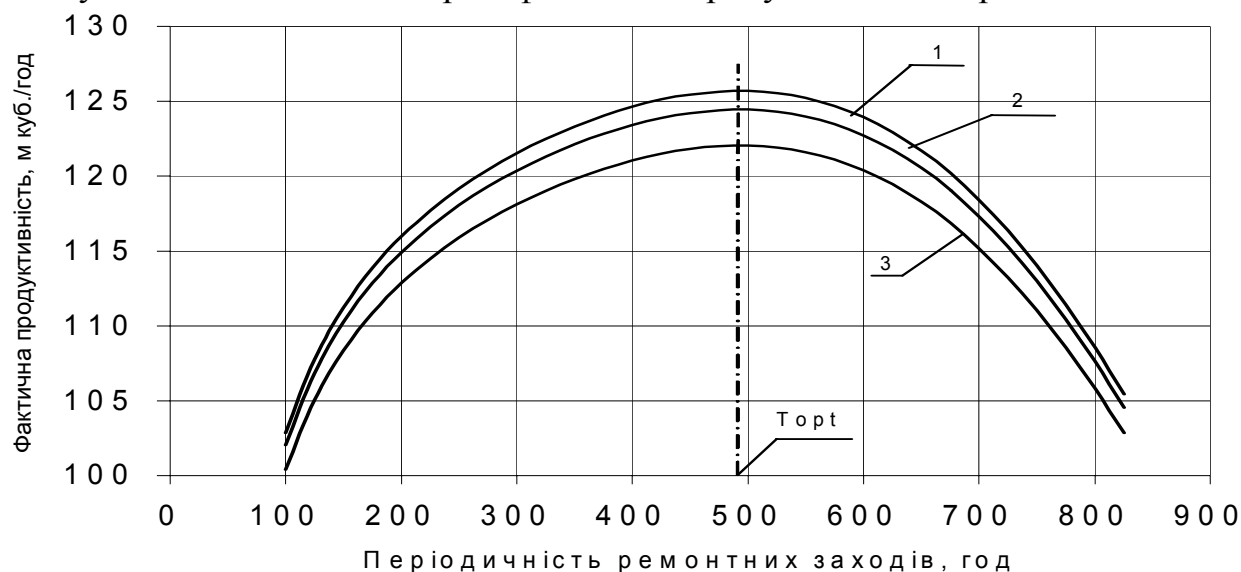


Рис. 1. Залежність фактичної продуктивності від періодичності виконання планових ремонтних заходів:

1 – $T_c = 14400$ год.; 2 – $T_c = 10800$ год.; 3 – $T_c = 7200$ год.

Якщо залежно (3) провести перетворення, наприклад розділити на q , то маємо

$$\frac{Q_{\phi}}{q} = \frac{T_c}{T_c + \Pi}. \quad (12)$$

Права частина цього рівняння представляє собою відомий з теорії надійності коефіцієнт технічного використання

$$K_{TB} = \frac{t_{роб}}{t_{роб} + t_{\epsilon} + t_p} = \frac{T_c}{T_c + \Pi}, \quad (13)$$

де: $t_{роб}$ – сумарне напрацювання за ремонтний цикл; t_{ϵ} – сумарні тривалості відновлення за ремонтний цикл; t_p – сумарні простої у планових оглядах і ремонтах.

Залежність коефіцієнта технічного використання від тривалості міжоглядового періоду показано на рис. 2. З рис. 2 бачимо, що залежність $K_{TB} = f(t_{mo})$ аналогічна залежності $Q_{\phi} = f(t_{mo})$ і мало залежить від тривалості ремонтного циклу. Оптимальна тривалість міжоглядового періоду дорівнює 492,6 год. і вона зовсім не залежить від годинної технологічної продуктивності верстата.

Якщо за критерій оптимізації взяти коефіцієнт готовності

$$K_z = \frac{T_o}{T_o + T_{\epsilon}} = \frac{1}{1 + T_{\epsilon}/T_o}, \quad (14)$$

де: T_o – напрацювання на відмову, год.; T_{ϵ} – тривалість відновлення.

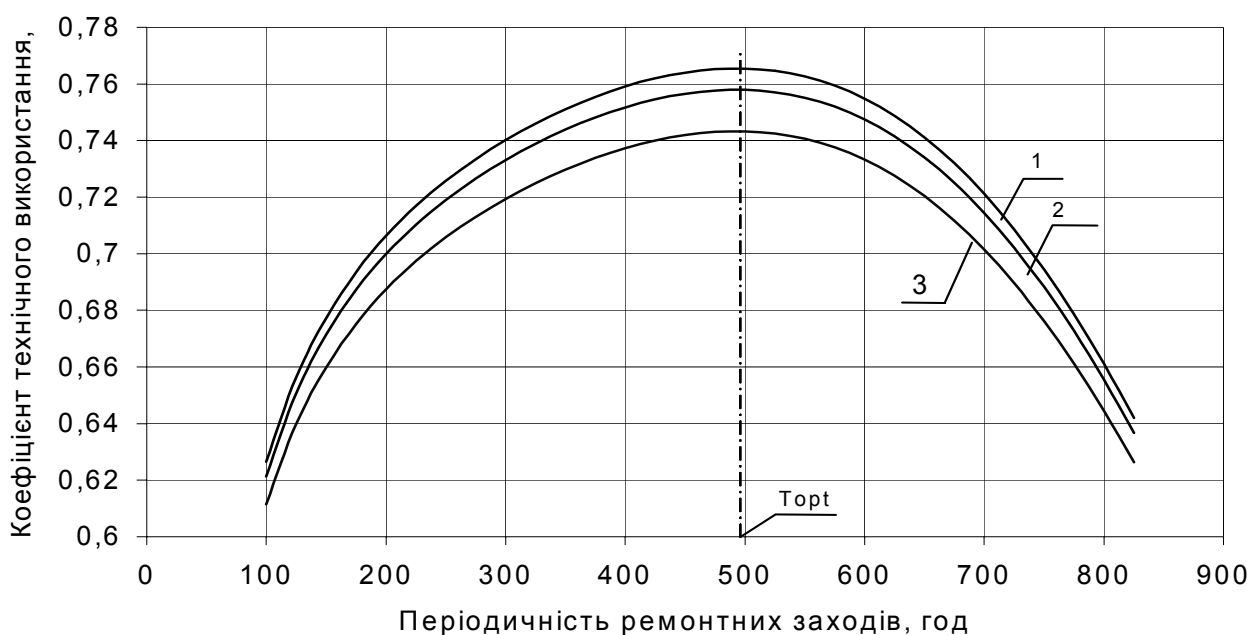


Рис. 2. Залежність коефіцієнта технічного використання від періодичності виконання планових ремонтних заходів:
 1 – $T_{\text{ц}} = 1400$ год.; 2 – $T_{\text{ц}} = 10800$ год.; 3 – $T_{\text{ц}} = 7200$ год.

Якщо напрацювання на відмову і тривалість відновлення розглядати, як функції від часу оперативної роботи верстата за рівнями регресії (6) і (8), то з врахуванням, що $T_o = 1 / \omega(t_p)$, величину коефіцієнта готовності визначимо

$$K_z = \frac{1}{1 + t_{\text{с}}(t_p) \cdot \omega(t_p)}. \quad (15)$$

Розрахунки показують, що за тих же умов величина K_z зі збільшенням $t_{\text{мо}}$ також спочатку зростає а потім різко падає (рис. 3). Максимальне значення величини $K_{z(\text{max})}$ дорівнює 0,854 для тривалості міжоглядового періоду $t_{\text{мо}} = 350$ год. Фактична годинна продуктивність для цього випадку становить 119,82 м³/год. для $T_{\text{ц}} = 7200$ год.

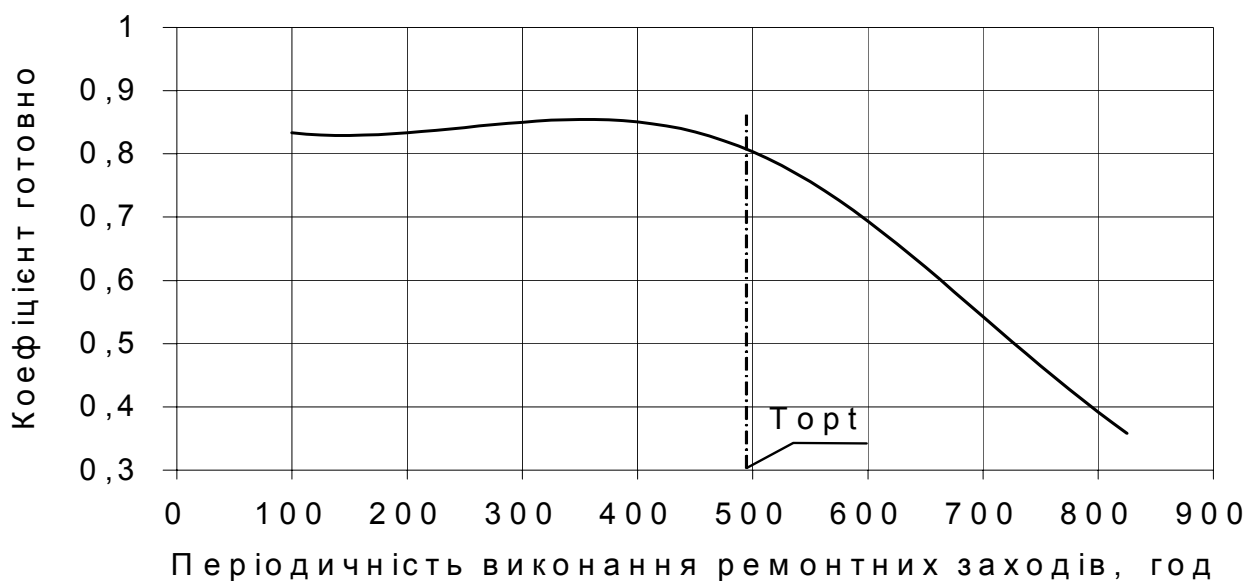


Рис. 3. Залежність коефіцієнта готовності від періодичності виконання планових ремонтних заходів

Для $t_{mo} = 492,6$ год. коефіцієнт готовності становить $K_z = 0,809$, тобто зменшується на 5 %, але фактична продуктивність зростає до $122 \text{ м}^3/\text{год.}$, тобто на 1,83 %. Отже за певних умов коефіцієнт готовності також може бути прийнятий за функцію оптимізації. Наприклад, якщо ставиться завдання будь-якою ціною забезпечити виконання поставок за договорами. Але дуже часті ремонтні заходи завжди ведуть до перевитрат коштів на технічне обслуговування і ремонт.

Висновки:

1. Для визначення оптимального значення періодичності технічного обслуговування і ремонту обладнання для подрібнення деревини за критерій оптимізації доцільно приймати фактичну годинну продуктивність верстата за ремонтний цикл. Максимальне значення цього критерію наглядно показує отриманий ефект.
2. Коефіцієнт технічного використання також можна використати, як критерій оптимізації, але він є абстрактною характеристикою і втрачається наглядність отриманого ефекту.
3. Коефіцієнт готовності не можна рекомендувати, як критерій оптимізації бо він не враховує простої у капітальному ремонті, що призводить до частих ремонтних заходів і перевитрат на їх виконання.
4. Оптимальною тривалістю міжоглядового (міжремонтного) періоду для заводу "Інтерплит" необхідно рекомендувати $t_{mo} \approx 500$ год. Якщо врахувати простої обладнання у непланових відновленнях за міжоглядовий період $t_g(500) = 95$ год., то календарний час міжоглядового періоду становитиме 600 год. або 25 календарних днів.

Література

1. Шостак В.В., Полоз В.І. Дослідження ремонтпридатності обладнання головного конвеєра лінії пресування деревностружкових плит// Наук вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.7. – С. 68-76.
2. Полоз В.І., Шостак В.В. Безвідмовність обладнання головного конвеєра заводу "Інтерплит"// Наук вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.4. – С. 84-89.
3. Бехта П.А. Технологічні розрахунки у виробництві деревностружкових плит: Навч. пос. для ВНЗ. – К.: ІСДО, 1994. – 160 с.

УДК 674.02:621.923

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

ВПЛИВ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБРОБЛЮВАНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ КАЛІБРУВАННЯ-ШЛІФУВАННЯ ЖОРСТКИМИ АБРАЗИВНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Обґрунтовано вплив пружних деформацій на шорсткість оброблюваної поверхні плитних деревних матеріалів у процесі їх калібрування-шліфування жорсткими абразивними циліндрами. Розраховано величину пружного переміщення для випадків абразивного оброблення ДСП, фанери та MDF.