

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОЇ ПІДЧАСТИНИ ЛІНІЇ ПРЕСУВАННЯ ДЕРЕВНОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ

Встановлено, що тривалість відновлення гідравлічної підчастини має розподіл Гніденка-Вейбулла. Визначено імовірності відмов тільки гідравлічної, тільки кінематичної та одночасної відмови обох підчастин.

Doc. V.Shostak – USUFWT

Research of maintainability hydraulic parts of a line of pressing particle boards

It is established, that the duration of restoring hydraulic parts is subordinate to the law of distribution Gnidenko-Weibull. The probabilities of failures only hydraulic, only kinematic and simultaneous failure both parts are certain.

Лінія пресування деревностружкових плит (ДСП) включає двоступеневі пневмосепаратори, змішувачі стружки з клеєм, формувальні машини, холодний і гарячий преси, транспортери, верстат для обрізування плит за форматом та інші агрегати. Для дослідження все обладнання лінії розділили на дві частини: механічну та електричну. В механічній частині окремо розглядали кінематичну і гідравлічну підчастини. У цій роботі наводимо результати дослідження гідравлічної підчастини.

За трудомісткістю відновлення всі відмови поділялись на три групи складності: до першої групи належали відмови, що усувались регулюванням або заміною деталей, розміщених зовні вузлів і гідроагрегатів. Трудомісткість цих відмов складала не більше двох людино-годин. До другої групи складності належали відмови, що усувались регулюванням, ремонтом, або заміною легкодоступних вузлів і агрегатів, а також непланові види складних видів технічного обслуговування. Трудомісткість усунення цих відмов становила від двох до десяти людино-годин. До третьої групи складності належали відмови, для усунення яких необхідно проводити розбирання вузлів і агрегатів. Трудомісткість усунення цих відмов становила понад 10 людино-годин.

Дослідження експлуатаційної надійності обладнання проводили на Костопільському ДБК протягом двох років. За цей час було виконано 22 профілактичних ремонтних заходи тривалістю від 48 до 96 год кожен і два капітальні ремонти. Відмови і тривалість відновлення фіксували протягом кожної зміни в журналах технічного нагляду. За два ремонтні цикли зафіксували 103 відмови гідравлічної підчастини.

Встановлено, що 50 % всіх відмов – це відмови першої групи складності (табл. 1). Відмови третьої групи складності становлять незначну кількість – до 10 %.

Табл. 1. Розподіл відмов гідравлічної підчастини

Група складності відмов	Кількість відмов	Середня трудомісткість відновлення, людино-годин	Відсоток відмов
I	52	1,109	50,49
II	42	4,048	40,78
III	9	17,667	8,73
Всього	103	1,863	100

Характерними ознаками відмов гідравлічної підчастини є зниження тиску в системі нижче встановленого технічними вимогами рівня, протікання рідини через ущільнювальні пристрої, погіршення керування системою, підвищення рівня шуму, самовільне включення робочих органів. У гідросистемі холодного та гарячого пресів, завантажувальної та розвантажувальної етажерок використовують: радіально-поршневі регульовані, шестеренчасті та гвинтові насоси, зворотні, запобіжні та запірні клапани, гідророзподільники, дроселі, баки, робочі циліндри і плунжери, датчики рівня, фільтри очищення масла та іншу гідроапаратуру. Всі ці вузли та механізми зношуються, результатом чого є наявність поступових відмов. Крім цього спостерігається значна доля раптових відмов зумовлених браком запасних частин, попаданням твердих включень в робочу рідину, перевантаженнями в гідросистемі і т. ін. [1].

Виявлення несправності гідравлічної підчастини проводять у певній послідовності: спочатку перевіряють наявність рідини в баку та її рівень, вмикають двигун і нагрівають масло до робочої температури, перевіряють робочі параметри гідросистеми. Якщо відсутній тиск в гідросистемі, то необхідно переключитися на роботу з резервним насосом. Якщо після цього працездатність гідросистеми не відновиться, послідовно шукають несправності в інших гідроагрегатах [2].

Враховуючи наявність раптових і поступових відмов прийняли гіпотезу, що тривалість відновлення гідравлічної підчастини розподілена за законом Гніденка-Вейбулла [3, 4]. Для цього закону розподілу імовірність невідновлення гідравлічної підчастини запишеться у вигляді:

$$G_{ac}(t_e) = \exp \left[- \left(\frac{t_e}{a_e} \right)^{e_e} \right], \quad (1)$$

де: t_e – задана тривалість відновлення; a_e – параметр масштабу; e_e – параметр форми.

Після подвійного логарифмування (1) отримали:

$$\ln[-\ln G_{ac}(t_e)] = v_r \ln t_e - v_r \ln a_e. \quad (2)$$

Використавши заміну $y = \ln[-\ln G_{ac}(t_e)]$, $x = \ln t_e$, $A = e_e \ln a_e$, отримали рівняння прямої у вигляді:

$$y = e_e x - A. \quad (3)$$

Це означає, що в системі координат x , y залежність (1) випрямляється, а перетворення (2) дозволяє знайти параметри закону розподілу Гніденка-Вейбулла. Для цього статистичні дані про тривалість відновлення гідравлічної підчастини розбили на дев'ять інтервалів (табл. 2).

В табл. 2 прийняті позначення: n_i – кількість відновлень на інтервалі; n_{0i} – кількість відновлень від початку до i -го інтервалу.

Розмір кожного інтервалу вибирали так, щоб їх натуральні логарифми відрізнялися на величину 0,5. Обробку даних проводили за методом найменших квадратів. В результаті отримали параметри закону розподілу Гніденка-Вейбулла $a_e = 110,842$, $e_e = 1,318$.

Табл. 2. Оброблення даних для визначення параметрів a_z і θ_z

Інтервал, t_{θ} , хв	$x = \ln t_{\theta}$	n_i	n_{oi}	$P_{\theta z}(t_{\theta})$	$G_{\theta z}(t_{\theta})$	$y = \ln[-\ln G_{\theta z}(t_{\theta})]$
7,5...12,2	2,5	4	4	0,0398	0,9612	-3,2286
12,3...20,0	3,0	6	10	0,0971	0,9029	-2,2815
20,1...33,0	3,5	12	22	0,2136	0,7864	-1,4260
33,1...55,0	4,0	20	42	0,4078	0,5922	-0,6465
55,1...90,0	4,5	19	61	0,5922	0,4078	-0,1086
90,1...148,0	5,0	23	84	0,8155	0,1845	0,5249
148,1...245,0	5,5	14	58	0,9515	0,0485	1,1070
245,5...403,0	6,0	4	102	0,9903	0,0097	1,5336
403,1...665	6,5	1	103	1,0000	0,0000	—

Перевірка адекватності прийнятої гіпотези про закон розподілу тривалості відновлення гідравлічної підчастини виконали за критерієм Пірсона. Для числа ступенів свободи $m=8-2-1=5$ і значимості $\alpha=0,05$ табличне значення критерію Пірсона $\chi^2_{\alpha}=11,1$. Розрахункове значення критерію Пірсона становить $\chi^2_p=6,4$. Тобто адекватність прийнятої гіпотези підтверджена. На рис. 1 зображена густина розподілу тривалості відновлень гідравлічної підчастини $q_{\theta z}(t_{\theta})$. З рис. 1 видно, що найбільша кількість відновлень знаходяться в межах тривалості до 100 хв.

Відновлення тривалістю від 400 до 700 хв становлять лише 10 % від загальної кількості.

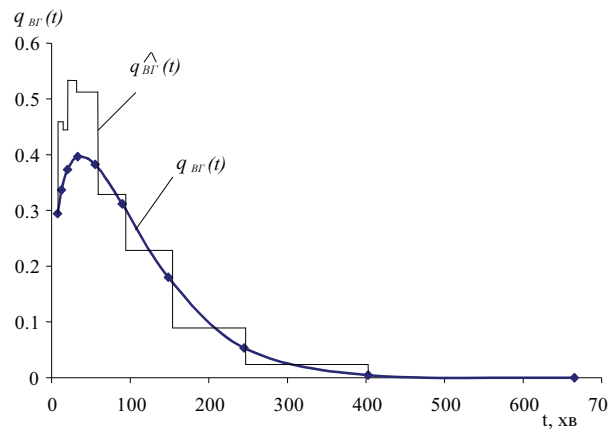


Рис. 1. Густина розподілу тривалості відновлень гідравлічної підчастини

Імовірність відновлення гідравлічної підчастини залежно від заданої тривалості відновлення визначається залежністю

$$P_{\theta z}(t_{\theta}) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t_{\theta}}{a_z}\right)^{\theta_z}\right]. \quad (4)$$

З ростом заданої тривалості відновлення імовірність відновлення зростає (рис. 2). Якщо задатися імовірністю відновлення в межах 0,8...0,9, то тривалість відновлення становить від 160 до 210 хв і визначається залежністю:

$$t_{\theta} = a_z \left\{ -\ln[1 - P_{\theta z}(t_{\theta})] \right\}^{\frac{1}{\theta_z}}. \quad (5)$$

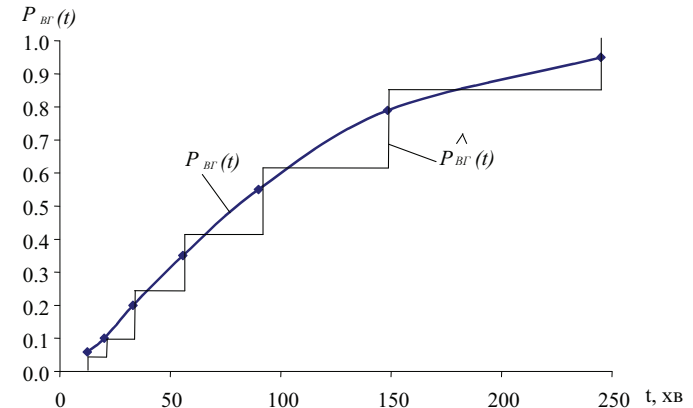


Рис. 2. Імовірність відновлення гідравлічної підчастини

За два ремонтні цикли експлуатації лінії пресування ДСП зареєстровано 988 відмов механічної частини обладнання. В тому числі 103 відмови гідравлічної підчастини обладнання і 885 відмов кінематичної підчастини. За цей же час зареєстровано 956 напрацювань на відмову механічної частини. Тобто 32 відмови були такими, в яких відмовили одночасно кінематична і гідравлічна підчастини. Імовірність відмови тої чи іншої підчастини механічної частини обладнання лінії пресування ДСП є дискретними випадковими величинами і визначаються за формулами:

- імовірність відмови тільки гідравлічної підчастини

$$W_z = \frac{n_z - n_{z\kappa}}{n_M}, \quad (6)$$

- імовірність відмови тільки кінематичної підчастини

$$W_K = \frac{n_K - n_{z\kappa}}{n_M}, \quad (7)$$

- імовірність одночасної відмови гідравлічної і кінематичної підчастин

$$W_{z\kappa} = \frac{n_{z\kappa}}{n_M}, \quad (8)$$

де $n_z, n_K, n_{z\kappa}$ - кількість відмов гідравлічної, кінематичної, гідравлічної і кінематичної підчастин; n_M - кількість відмов механічної частини.

Після підрахунків $W_K = 0,8923$, $W_z = 0,0743$, $W_{z\kappa} = 0,0334$.

Висновки

Проведені дослідження дозволили виявити закономірності зміни показників ремонтпридатності гідравлічної підчастини обладнання лінії пресування деревностружкових плит. Встановлено, що тривалість відновлення гідравлічної підчастини має розподіл Гніденка-Вейбулла.

Імовірність відмови гідравлічної підчастини в 12 разів менша, ніж імовірність відмови кінематичної підчастини. Крім цього мають місце одночасні відмови як гідравлічної, так і кінематичної підчастин.

Визначені показники ремонтпридатності гідравлічної підчастини дозволяють застосувати метод імітаційного моделювання технічної експлуатації обладнання лінії пресування ДСП.

Література

1. Лозовський В.Н. Надежность гидравлических агрегатов. – М.: Машиностроение, 1974. – 319 с.
2. Одинцов Е.Н. Ремонт оборудования для производства древесностружечных плит. – М.: Лесная пром-сть, 1991. – 240 с.
3. Комаров А.А. Надежность гидравлических приводов. – К: Техніка, 1969. – 49 с.
4. Комаров А.А. Надежность гидравлических устройств самолетов. – М.: Машиностроение, 1976. – 224 с.

УДК 674.053 : 621.91

Аспір В.В. Пуна* – УкрДЛТУ

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ МЕРЗЛОЇ ДЕРЕВИНИ СТРІЧКОВОЮ ПИЛКОЮ

Проведено теоретичні дослідження оптимізації режимів різання мерзлої деревини стрічковою пилкою за критерієм собівартості обробки. Вибрано формули для визначення оптимальної собівартості обробки. Розроблено алгоритм розрахунку режимів різання. Виявлено фактори, які найбільше впливають на величину питомої роботи різання.

V.V. Puna – USUFWT

Optimization of cutting modes of frozen wood by a band saw

Theoretical studies of frozen wood modes optimization with a band saw according to the criterion of a recoupment of processing have been carried out. Formulas for determining optional processing recoupment have been chosen. An algorithm of cutting modes calculation have been developed. Factors, influencing most of all the magnitude of a specific cutting operation, have been revealed.

Незважаючи на широке використання різних типів стрічкопилкових верстатів, в літературі і наукових дослідженнях мало публікацій, присвячених обґрунтуванню режимних параметрів процесу різання мерзлої деревини стрічковою пилкою. На основі аналізу науково-дослідних робіт, виконаних Худяковим В.А., Феоктистовим А.С., Мікловциком Н.Ю. та іншими нами встановлено, що залежність питомої роботи різання від режимних факторів можна описати імперичною формулою:

$$K = C \cdot a_n \cdot a_p \cdot a_t \cdot S_z^x \cdot H^y \cdot E^q, \quad (1)$$

де: C – постійний коефіцієнт; a_n , a_p , a_t – коефіцієнти, що враховують породу, густину і температуру деревини; S_z – подача на зуб, мм; H – висота пропилю, мм; E – кут нахилу пилки до волокон деревини, град.

Існуючі режими різання для обробки деревини, розроблені різними організаціями, не враховують зношення різального інструменту. Це не дозволяє вважати ці режими оптимальними, тому що стрічкові пилки є дорогим і швидкозношува-

ним інструментом. У Львівському лісотехнічному інституті під керівництвом проф. Тімонена С.М. [1] проведені дослідження, в яких показано, що на величину зношення зубів пилки впливає подача на зуб пилки, швидкість різання і шлях, пройдений різцем у деревині. Залежність площі зношення зубів від цих факторів можна описати формулою:

$$F = A \cdot V^{x_F} \cdot S_z^{y_F} \cdot L^{q_F}, \quad (2)$$

де: A – постійний коефіцієнт, що визначається дослідним шляхом; V – швидкість різання м/с; L – шлях, пройдений зубом пилки, км; x_F , y_F , q_F – показники степеня;

Якщо площа зношення зубів досягає граничного значення F_{Γ} , для якого практично відсутній задній кут різання, то настає нагрівання інструменту, різко погіршується якість розпилювання, зростає потужність різання. З врахуванням цього з формули (2) визначаємо граничний шлях різання:

$$L_{\Gamma} = \left(\frac{F_{\Gamma}}{A \cdot V^{x_F} \cdot S_z^{y_F}} \right)^{1/q_F}. \quad (3)$$

Оптимальним можна вважати такий режим різання, для якого буде отримана мінімальна собівартість обробки одиниці продукції [2]:

$$C_o = E_o + E_i + E_d \rightarrow \min, \quad (4)$$

де: E_o , E_d , E_i – витрати на виконання основної і допоміжної операцій та на утримання інструменту.

Значення E_o та E_i визначають за формулами:

$$E_o = \frac{\tau_p \cdot n_p + \tau_o k_o + A \cdot C_M / 2m + \tau_M \cdot S_M + N_{BCT} \cdot \tau_e \cdot K_B}{Q_{\phi}}, \quad (5)$$

$$E_i = \frac{\left[t_n (\lambda \cdot g_o + \tau_p / 60 + A \cdot C_M / 120m + t_H \cdot \tau_H / 60 + C_i \frac{B_i}{a_i} + C_{3T}) \right]}{Q_L}, \quad (6)$$

де: τ_p – оплата праці робітника; n_p – кількість робітників; k_o – коефіцієнт, який враховує кількість допоміжних робітників; C_M – ціна верстата; m – змінність роботи верстата; S_M – площа, яку займає верстат; N_{BCT} – потужність верстата; k_B – коефіцієнт використання верстата; g_o – ціна електроенергії під час холостого ходу; c_i – ціна однієї пилки; B_i – зношування зуба пилки за одну переточку; A_i – допустиме зточування пилки за термін служби; C_{3T} – затрати на заточку однієї пилки; t_n – час затрачений на налагодження верстата; τ_n – оплата праці налагоджувальника; t_n – час витрачений на заміну інструменту; Q_{ϕ} – фактична годинна продуктивність; Q_L – продуктивність верстата за період стійкості інструменту;

Фактична годинна продуктивність визначається за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{60 \cdot \pi d_k^2 l_k \cdot K_M K_d}{4 \cdot (t_{px} + t_{xx})i + t_{qon}}, \quad (7)$$

де: d_k – діаметр колоди, мм; l_k – довжина колоди, мм; K_M – коефіцієнт використання машинного часу; K_d – коефіцієнт використання робочого дня; t_{px} , t_{xx} – тривалість робочого і холостого ходів; i – кількість разів на одну колоду;

Продуктивність верстата за період стійкості інструменту

* наук. керівник – доц. В.В. Шостак, д.т.н. – УкрДЛТУ