

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.

Influence of resilient properties for the processed material on basic indexes of calibration-polishing process by hard abrasive cylinders

Influence of resilient deformations on the roughness of the processed surface for wooden board materials in the process of their calibration-polishing by hard abrasive cylinders is proved. The size of the resilient moving for the cases of the abrasive treatment particle board, plywood and MDF is expected.

Характерний процес утворення стружки в результаті абразивного оброблення будь-яких матеріалів супроводжується пластичними та пружними деформаціями. Порівняно з металами оброблювані деревні матеріали, процес калібрування-шліфування яких досліджується у даній роботі відрізняються істотно меншою жорсткістю (табл. 1).

Табл. 1. Модуль пружності матеріалів, що піддаються абразивному обробленню

№ з/п	Оброблюваний матеріал	Модуль пружності E , МПа
1	Деревностружкова плита	$2 \cdot 10^4 \dots 2,5 \cdot 10^4$
2	Плита MDF	$3,5 \cdot 10^4 \dots 4 \cdot 10^4$
3	Фанера	$2,8 \cdot 10^4 \dots 6,5 \cdot 10^4$
4	Сталь Ст3	$2 \cdot 10^5 \dots 2,2 \cdot 10^5$

Оскільки модуль пружності плитних деревних матеріалів у 4-10 разів менший ніж у сталі, то логічно припустити, що у процесі калібрування-шліфування ДСП, MDF та фанери вплив саме пружних деформацій буде більш істотнішим, ніж у процесі абразивного оброблення металу, який головним чином супроводжується пластичними деформаціями.

Відомі результати досліджень [1] впливу пружних властивостей терморезактивних пластмас (текстоліту, гетинаксу та ін.) на основні показники процесу шліфування жорсткими абразивними інструментами. Згідно з вище зазначеними дослідженнями встановлено, що внаслідок дії питомої нормальної сили з боку абразивного зерна шліфувального інструмента $P_{пз}$ гребінь шорсткості оброблюваної поверхні переміщується на деяку величину U (рис. 1), що призводить до зменшення товщини зішліфованого шару.

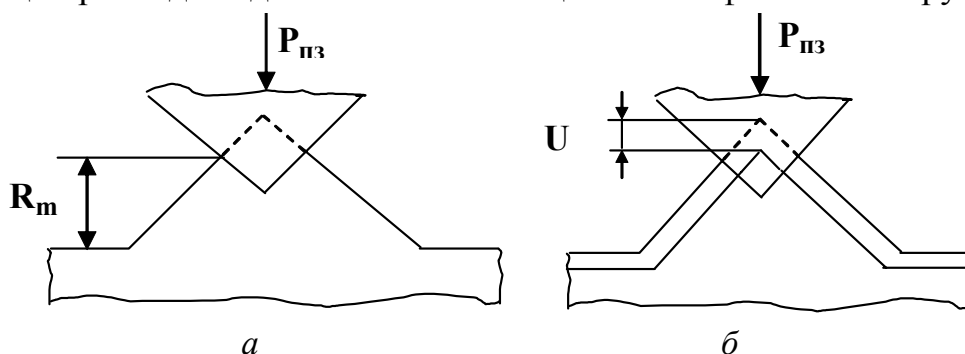


Рис. 1. Схема оброблення абразивним зерном: а – без врахування пружних деформацій; б – із врахуванням пружних деформацій

Приймаючи гребінь шорсткості за клин, навантажений нормальною силою, а оброблюваний матеріал – за напівнескінчену пластину, автори [1] для розрахунку напружень використали теорію пружності, розглянувши відому задачу Мічелла (рис. 2).

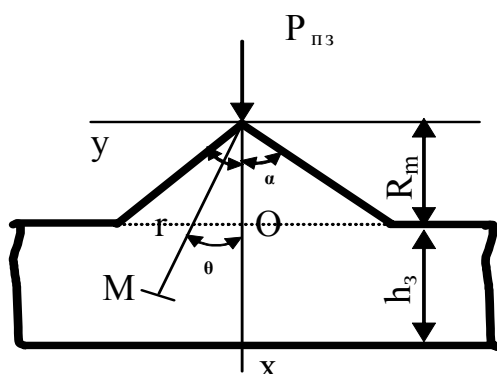


Рис. 2. Схема гребня шорсткості, що розташований на оброблюваній поверхні і навантажений силою P_{n3}

Якщо через довільну точку M провести ділянку, перпендикулярну радіусу r , то радіальне напруження визначатиметься з виразу:

$$\sigma_r = -k \frac{\cos \theta}{r}. \quad (1)$$

Приймаючи величину кута при вершині гребінця за 2α , а за ρ – радіус заокруглення абразивного зерна, P_{n3} визначимо, як:

$$P_{n3} = \int_{-\alpha}^{\alpha} \sigma_r \cdot \rho \cdot \cos \theta \cdot d\theta. \quad (2)$$

Враховуючи, що в даному випадку $\sigma_r = -k \frac{\cos \theta}{\rho}$ і підставляючи це значення у вираз (2) після інтегрування отримаємо:

$$k = \frac{2 \cdot P_{n3}}{2 \cdot \alpha + \sin 2\alpha}, \quad (3)$$

або, беручи до уваги (1),

$$\sigma_r = -\frac{2 \cdot P_{n3}}{2 \cdot \alpha + \sin 2\alpha} \cdot \frac{\cos \theta}{r}. \quad (4)$$

Надалі, згідно з [1], знаючи модуль пружності оброблюваного матеріалу E , можна знайти радіальне переміщення точок гребінця U :

$$U = -\frac{2 \cdot P_{n3}}{(2 \cdot \alpha + \sin 2\alpha) \cdot E} \cdot \frac{\cos \theta}{r} \cdot \int \frac{dr}{r}. \quad (5)$$

Після інтегрування і деяких перетворень, авторами [1] отримано вираз для визначення пружного переміщення U

$$U = -\frac{2 \cdot P_{n3}}{E} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot \alpha + \sin 2\alpha} \cdot \ln \frac{R_m}{r} + \frac{1}{\pi} \cdot \ln \frac{h_3}{R_m} \right). \quad (6)$$

Якщо припустити, що кут при вершині гребінця рівний $\pi/2$, а за умов, що характерні калібруванню-шліфуванню плитних деревних матеріалів, величина глибини оброблення є істотною і тоді $r = R_m$, то

$$U = -\frac{2 \cdot P_{n3}}{E} \cdot \ln \frac{h_3}{R_m}. \quad (7)$$

Наведена методика визначення переміщення в результаті дії пружних деформацій застосована для процесів шліфування пластмас (текстоліт, гетинакс, капрон, фторопласт, полістирол, поліпропілен) жорстким абразивним інструментом [1]. Використання виразів 6 і 7 для обрахунку висоти мікронерівностей оброблюваної поверхні плитних деревних матеріалів із врахуванням зазначених переміщень гребінців шорсткості утруднене наступними чинниками:

- величина нормального навантаження P_{nz} визначається за допомогою динамометра експериментальним шляхом. З огляду на складність отримання точної величини нормальної складової сили різання у процесі абразивного оброблення аналітичним шляхом такий підхід видається виправданим. З іншого боку, саме така методика передбачає проведення великої кількості експериментів, оскільки величина P_{nz} залежить від багатьох факторів: швидкості різання V , швидкості подачі V_s , глибини абразивного оброблення h , твердості абразивного круга (циліндра) H_u , коефіцієнту зернистості шліфувального інструмента K_z , фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Таким чином, зміна величини будь-якого режимного чи структурного чинника зумовлює необхідність проведення нового експерименту;
- нами, у результаті проведених досліджень, визначено, що товщина плитного деревного матеріалу перед початком процесу абразивного оброблення є величиною випадковою з певним характерним розсіюванням, а при дослідженні шліфування пластмас товщина оброблюваного матеріалу вважалась величиною постійною.

Враховуючи вище викладене, з метою визначення величини пружного переміщення у процесі калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів пропонується:

Для визначення величини питомої нормальної складової сили різання використати математичну залежність $P_{nz} = f(V, V_s, h, H_u, K_z)$, яка отримана в результаті вже проведених експериментальних досліджень. Так, для випадку абразивного оброблення жорстким абразивним інструментом деревностружкової плити згідно з [2] величину P_{nz} можна знайти з виразу 8.

$$P_{nz} = 3,82 - 0,147V + 0,133V_s + 4,60h - 0,28K_z + 0,0020H_u. \quad (8)$$

У випадку калібрування-шліфування MDF можна скористуватись залежністю, встановленою у [3], яка одержана нами в процесі досліджень. Згідно з результатами попередніх досліджень абразивного оброблення фанери нами отриманий вираз 9 для визначення питомої нормальної складової сили різання:

$$P_{nz} = 1,9995 - 0,0694V + 0,0729V_s + 1,7001h - 1,2489K_z - 0,0012H_u - 0,00021VV_s + 0,02750Vh - 0,00407VK_z - 0,00001VH_u - 0,04792V_s h + 0,00392V_s K_z + 0,00009V_s H_u - 0,46638hK_z + 0,00083hH_u + 0,00926K_z H_u. \quad (9)$$

Для визначення товщини оброблюваного матеріалу скористатись виразом

$$H_i = H + S(H) \cdot (HBЧ),$$

де $(HBЧ)$ – нормально розподілене випадкове число із середнім значенням $\mu=0$ і середньоквадратичним відхиленням $\sigma=1$, яке вибирається з таблиць чи отримується за допомогою генератора псевдовипадкових чисел.

Таким чином, для визначення величини пружного переміщення у процесі калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів, отримані наступні залежності:

- для абразивного оброблення ДСП

$$U = - \frac{2(3,82 - 0,147V + 0,133V_s + 4,60h - 0,28K_z + 0,0020H_u)}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m}; \quad (10)$$

- для абразивного оброблення MDF

$$U = - \frac{2}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m} (0,00027 + 0,00206H + 0,00002S(H) + \\ + 0,00107H_n - 0,00180V + 0,00173V_s - 0,00010K_z + 0,03300H_u + 0,00003HS(H) - \\ - 0,01821HH_n + 0,00558HV - 0,03701HV_s - 0,08711HK_z + 0,01185HH_u + \\ + 0,00007S(H)H_n - 0,02915S(H)V - 0,05281S(H)V_s - 0,00013S(H)K_z + \\ + 0,00813S(H)H_u - 0,00982H_nV + 0,04020H_nV_s + 0,08024H_nK_z - 0,01439H_nH_u + \\ + 0,00032VV_s - 0,01039VK_z + 0,00008VH_u + 0,02684V_sK_z - 0,00005V_sH_u - \\ - 0,00118K_zH_u - 0,00002H^2 + 0,00002S(H)^2 + 0,02768H_n^2 + 0,00012V^2 + \\ + 0,00089V_s^2 + 0,69586K_z^2 + 0,00002H_u^2); \quad (11)$$

- для абразивного оброблення фанери

$$U = - \frac{2}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m} (1,9995 - 0,0694V + 0,0729V_s + 1,7001h - \\ - 1,2489K_z - 0,0012H_u - 0,00021VV_s + 0,02750Vh - 0,00407VK_z - \\ - 0,00001VH_u - 0,04792V_s h + 0,00392V_sK_z + 0,00009V_sH_u - 0,46638hK_z + \\ + 0,00083hH_u + 0,00926K_zH_u); \quad (12)$$

Із наведених результатів можна зробити наступний *узагальнюючий висновок*: встановлена величина, на яку збільшується висота мікронерівностей оброблюваної поверхні ДСП, фанери та MDF у результаті їх абразивного оброблення дає змогу визначити реальну шорсткість залежно від пружних властивостей плитних деревних матеріалів.

Література

1. Любимов В.Г. Шлифование пластмасс новым абразивным инструментом: Львов, 1979. – 156 с.
2. Alfred Jakubowski. Analiza procesu szlifowania wybranych materialow drewnopochodnych nowo opracowana sciernica. – Warszawa, SGGW. – 1999. – 112 p.
3. Кійко О.А. Калібрування-шліфування деревностружкових плит жорсткими абразивними інструментами: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 235 с.

УДК: 674.05.055

Доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ ТОЧНОСТІ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Визначено основні напрями розвитку теорії точності механічного оброблення деревини та деревних матеріалів на основі сучасних методів теоретичних досліджень та комп'ютерних технологій.

Ключові слова: Точність, оброблення, заготівка, інструмент, верстат