



I. О. Бень, Ю. І. Озимок, В. В. Шостак

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

ДОСЛІДЖУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЗАГОСТРЮВАНІЙ ПОВЕРХНІ ЛУЩИЛЬНИХ НОЖІВ

Особливістю лущильного ножа є малі величини кутів загострювання і заднього кута різання. Встановлено, що під час загострювання лущильного ножа багаточашковим абразивним кругом з планетарним приводом чашок, температура на його поверхні залежить від основних чинників: швидкості різання, швидкості подачі абразивного круга і подачі круга на врізання. Розроблено методику проведення експериментів. Наведено зразки ножів із припаяними термопарами. Обґрунтовано В-план планування досліджувань, вибір кількості повторень кожного досліду. Проведено попередню серію дослідів, де визначено статистичні показники: середню температуру поверхні ножа, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, точність досліду. Наведено результати проведених дослідів за В-планом математичного планування експериментів. Розроблено прикладну комп'ютерну програму для опрацювання результатів досліджувань. Визначено коефіцієнти рівняння регресії другого порядку у нормалізованому та явному вигляді. Нормальність розподілу температури підтверджено за допомогою критеріїв асиметрії та ексцесу. Для перевірення однорідності дисперсії використано критерій Кохрена. Значущість коефіцієнтів рівняння оцінено за критерієм Стюдента. Адекватність одержаних рівнянь регресії підтверджено за допомогою критерію Фішера. Проаналізовано вплив основних впливових чинників на температуру поверхні лущильного ножа. Показано, що зі збільшенням швидкості різання і подачі на врізання температура зростає. Збільшення швидкості подачі круга призводить до зменшення температури поверхні лущильного ножа. Характер цих залежностей описується експоненціальними рівняннями регресії. Сумарна температура описується параболічною залежністю. Це дає змогу вибрати такі режими загострювання, за яких температура поверхні ножа буде мінімальною.

Ключові слова: кут загострювання; абразивний круг; планетарний привід; впливові чинники; рівняння регресії; режими загострювання.

Вступ. На сьогодні у літературних джерелах немає відомостей щодо величини температури, яка виникає на поверхні шліфування абразивним кругом із планетарним приводом чашок, що унеможливує здійснення ефективного процесу загострювання [5].

Актуальність тематики дослідження. Якість механічного оброблювання деревини значною мірою залежить від готування дереворізального інструмента до роботи. Ріст обсягів і потужностей виробництва вимагає високої продуктивності усіх складових виробничого процесу. Зокрема, це стосується процесу загострювання ножів із широкою задньою поверхнею, малим кутом загострювання і малим заднім кутом різання, які використовуються для виготовлення лущеного та струганого шпону, що масово застосовується як напівфабрикат для виготовлення фанери, плит, меблів, тощо.

Температура, яка виникає на поверхні ножа, що загострюється, є функцією багатьох чинників. Величина

її істотно залежить від швидкості різання, поздовжньої подачі круга, подачі круга на врізання та постійних чинників: загострювання без мастильно-охолоджувальної рідини, параметрів абразивних чашок (матеріал зерна, зернистість, зв'язка, структура).

Знання величини температури на поверхні ножа необхідне для встановлення режимів їх загострювання, які, водночас, істотно впливають як на якість процесу загострювання, так і на його продуктивність.

Об'єкт дослідження – процес загострювання дереворізальних ножів багаточашковими абразивними кругами.

Предмет дослідження – температура поверхні лущильного ножа під час загострювання багаточашковим абразивним інструментом із планетарним приводом чашок.

Метою дослідження є визначення температури на поверхні лущильного ножа під час загострювання багаточашковим абразивним інструментом, встановлення

Інформація про авторів:

Бень Ігор Олегович, аспірант, кафедра деревообробного обладнання та інструментів. Email: beigr3@gmail.com

Озимок Юрій Іванович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри деревообробного обладнання та інструментів.

Email: yuriy.ozymok@gmail.com

Шостак Володимир Васильович, д-р техн. наук, професор, кафедра деревообробного обладнання та інструментів.

Email: vladimir.shostak@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Бень І. О., Озимок Ю. І., Шостак В. В. Дослідження температури на загострюваній поверхні лущильних ножів. Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 1. С. 115–120.

Citation APA: Ben, I. O., Ozymok, Yu. I., & Shostak, V. V. (2020). Research of temperature on surface sharing. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 115–120. <https://doi.org/10.36930/40300120>

закономірностей впливу основних чинників на неї, що дасть змогу розробити раціональні режими загострювання, які підвищать продуктивність та якість цього процесу.

Для досягнення мети потрібно вирішити такі *основні завдання дослідження*: розробити методику проведення досліджень; провести експерименти й опрацювати їх; установити закономірності впливу основних чинників на температуру поверхні ножа; перевірити адекватність рівняння регресії.

Наукова новизна отриманих результатів зводяться до того, що вперше виявили закономірності зміни температури поверхні лущильного ножа від основних впливових чинників: швидкості різання, швидкості подачі круга і подачі круга на врізання.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що результати досліджування дають змогу визначити раціональні режими загострювання лущильних ножів, оптимізувати процес і впровадити результати дослідження у виробництво.

Аналіз літературних джерел. У роботі [5] наведено конструкцію багаточашкового абразивного круга із планетарним приводом чашок, захищену патентом України. У роботі [1] розглянуто актуальність теми та особливості загострювання лущильних ножів перервним абразивним інструментом. Теоретичні основи математичного планування експериментів подано в роботі [6]. Методику статистичного оброблення експериментальних даних й обґрунтування кількості повторень у кожному досліді наведено у роботі [4]. Теоретичне дослідження розподілу температури під час шліфування легованого сталевого клина слугували підставою для обґрунтування математичної моделі температури на поверхні ножа [2]. У роботі [3] розглянуто теплофізику процесу різання, методи вимірювання температури на поверхнях тіл, теорію різання в абразивному обробленні шліфуванням.

Методика проведення досліджування. На підставі аналізу виконаних науково-дослідних робіт зробили висновок, що температура, яка виникає під час загострювання ножів, в основному залежить від трьох визначальних чинників: швидкості різання, поздовжньої подачі круга та подачі круга на врізання [1].

Ці чинники взаємопов'язані й можуть мати парний ефект. Постійні чинники: спосіб охолодження за рахунок вентиляційного ефекту і перерв між абразивними чашками, параметри абразивних чашок (матеріал абразивного круга, зв'язка, твердість, структура і т.ін.) можна врахувати за допомогою поправних коефіцієнтів. З урахуванням цього за математичну модель опису температури, що виникає під час шліфування, у загальному вигляді можна прийняти рівняння регресії другого порядку виду

$$T = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3, \quad (1)$$

де: T – температура, яка виникає на поверхні ножа, що загострюється, °C; $b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij}, b_{ijk}$ – коефіцієнти рівняння регресії у нормалізованому вигляді; X_1, X_2, X_3 – чинники, що впливають на температуру ножа у нормалізованому вигляді (v – швидкість різання); v_s – швидкість подачі круга, м/хв; S_{non} – величина подачі на врізання, мм. Характеристику досліджуваних чинників наведено у табл. 1.

Табл. 1. Характеристика чинників

Чинник	Позначення чинників	Область визначення	Область інтересу
Швидкість різання v , м/с	X_1	25 ... 45	25 ... 45
Швидкість подачі абразивного круга v_s , м/хв	X_2	4...12	4...12
Подача на врізання S_{non} , мм/подв. хід	X_3	0,005...0,2	0,02...0,2

Усі чинники є кількісними, контрольованими і керуванними. Кожен чинник передбачалося змінювати на двох рівнях. Значення рівнів показано у табл. 2.

Табл. 2. Рівні кодування чинників, що впливають на температуру, яка виникає на поверхні шліфування

Чинник	Позначення	Рівень варіації			Інтервал Δ
		верхній код "+1"	середній код "0"	нижній код "-1"	
Швидкість різання, м/с	V	45	35	25	10
Швидкість подачі, м/хв	V_s	12	8	4	4
Подача на врізання, мм	S_{non}	0,2	0,11	0,02	0,09

Для визначення коефіцієнтів рівняння регресії застосували планування експерименту за повним факторним планом для трьох чинників типу 2^3 [6].

Якщо кількість рівнів кожного чинника становить два, а кількість чинників – три, то кількість дослідів для В-плану визначають за виразом

$$N = 2^3 + 2 \cdot 3 + 1 = 15. \quad (2)$$

П'ятнадцятий дослід матриці планування експериментів призначений для додаткового контролю. Результат цього досліді дає значення коефіцієнта b_0 рівняння регресії у нормалізованому вигляді. Для визначення числа повторень дослідів у кожному експерименті попередньо провели серію дослідів на основному рівні, для якого швидкість різання встановлювали 35 м/с, швидкість подачі – 8 м/хв і подачу на врізання – 0,11 мм. На основному рівні провели 15 замірів. Після статистичного опрацювання результатів отримали середнє значення температури ножа, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, похибку середнього, точність досліді.

Кількість повторень у досліді визначали за відомою формулою [4]

$$n = t^2 \cdot v^2 / p^2, \quad (3)$$

де: $t=2,15$ – критерій Стюдента, для коефіцієнта значущості $q=0,05$ і кількості ступенів свободи $f_y = N(n-1) = 14$; $v = 5,24$ % – коефіцієнт варіації, визначений серією з 15 дослідів на основному рівні; p – задана точність дослідів ($p = 5$ %). Тоді кількість повторень у досліді становитиме $n = 2,15^2 \cdot 5,24^2 / 5^2 = 5,076$.

Приймаємо кількість повторень п'ять для кожного досліді. Загальне кількість повторень для цієї серії становитиме 70, а з урахуванням основного рівня – 75.

Усі досліді проводили на ножах, виготовлених з однієї марки сталі, та з однаковими лінійними й кутовими параметрами. Верстат був ретельно налагоджений. У кожному досліді визначали температуру T , яка виникала на поверхні шліфування лущильного ножа. Усі досліді проводили за нормальної температури у приміщенні за температури 18...20 °C.

Експериментальні дослідження проводили на зразках, які вирізали з лущильних ножів зі сталі 8Х6НФТ,

що виготовляли за ГОСТ 5950-73. Зразки мали розміри $400 \times 180 \times 15$ мм та кут загострення $\beta = 20^\circ$ (рис. 1).

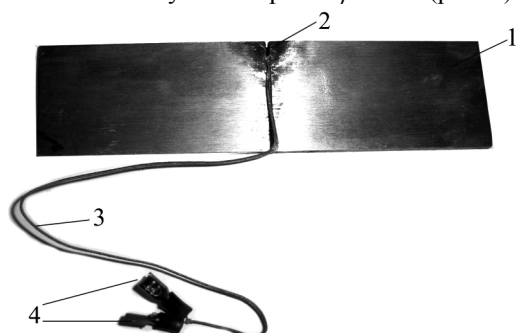


Рис. 1. Зразок ножа із впаяною термопарою для досліджень: 1) ніж; 2) спай термопари; 3) дріт; 4) вимикачі

Для забезпечення якісних результатів досліджень зразки ножів мали однаковий хімічний склад, твердість та мікроструктуру. Хімічний склад сталі марки 8Х6НФТ відповідає даним [2].

Твердість зразків була 59...61 одиниць HRC, а мікроструктура різальної частини ножа після гартування складалась із троостмартенситу і карбідів. Карбідна неоднорідність не перевищувала три бали за шкалою з (ГОСТ 5950-83). Температуру вимірювали за допомогою цифрового термоелектричного термометра ТТЦ-1-7 з кадмієво-нікелевою термопарою.

Цифровий термоелектричний термометр (рис. 2) складається з термометра і перетворювача, який слугує для перетворення електричного сигналу в цифровий.



Рис. 2. Цифровий термометр ТТЦ-1-7: 1) термометр; 2) перетворювач

У дослідному зразку на передній поверхні ножа 1 фрезували паз 2 перерізом 1 мм^2 , у якому проклали дріт термопари 3. Точка спаю 4 знаходилась нижче від різальної кромки леза ножа рівно на 1 мм (рис. 3). Оскільки спай термопари знаходився на глибині 1 мм від поверхні, яка загострюється, то експеримент проводили шляхом послідовного переналагоджування подачі на врізання на 0,1 мм, якому відповідає фактична величина знятого шару за один подвійний прохід круга, з одночасним вимірюванням температури [3].

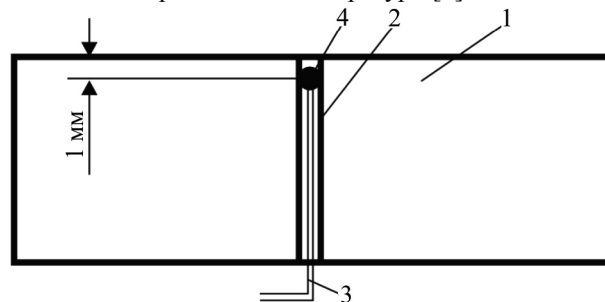


Рис. 3. Схема припаювання термопари на дослідному зразку

Під час останнього проходу, коли практично зрізується спай термопари абразивним кругом, термометр давав змогу виміряти на обробленій поверхні температуру, найбільше наближену до реальної. Дослідження проводили на режимах загострювання за В-планом: швидкість різання становить $v = 25 - 45$ м/с; швидкість подачі – $v_s = 4 - 12$ м/хв; величина врізання – $S_{non} = 0,02 - 0,2$ мм.

Викладення основного матеріалу. За результатами проведених досліджень, оброблених за ужитковою програмою "REGK3N14", отримали рівняння регресії у нормалізованому вигляді

$$T = 395,6 + 68X_1 - 184,4X_2 + 49,4X_3 + 22,6X_1^2 + 68,6X_2^2 + 11,56X_3^2 - 1,0X_1X_2 - 0,5X_1X_3 + 0,5X_2X_3 + 1,5X_1X_2X_3. \quad (4)$$

Для перевірення значущості коефіцієнтів рівняння регресії спочатку визначили дисперсію відтворюваності

$$S_{(y)}^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j^2, \quad (5)$$

де: $j = \overline{1, N}$ – кількість дослідів.

$$S_{(y)}^2 = 1005/15 = 67.$$

Табл. 3. Результати вимірювання температури на поверхні лушильного ножа, проведені за В-планом другого порядку з трьома чинниками $N = 2^3 + 2K + 1 = 15$ дослідів

№ дослідів	Результати повторних замірів температури, град.					Середня температура T , град.	Дисперсія, S^2	Середнє квадратичне відхилення σ , град.	Коефіцієнт варіації v , %	Помилка T , m , град.	Точність дослідів, p , %
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5						
1	550	573	553	553	571	560	122	11,04	1,97	4,9	0,88
2	694	698	695	701	722	702	132,5	11,51	1,64	5,1	0,73
3	195	200	200	190	215	200	87,5	9,354	4,68	4,1	2,09
4	325	340	338	328	329	332	43,5	6,595	1,99	2,9	0,88
5	676	656	661	660	657	662	65,5	8,093	1,22	3,6	0,54
6	793	795	796	796	800	796	6,5	2,549	0,32	1,1	0,14
7	299	309	307	289	286	298	107	10,34	3,47	4,6	1,55
8	425	424	433	445	443	434	96	9,797	2,25	4,3	1,00
9	357	359	340	355	339	350	94	9,695	2,77	4,3	1,23
10	485	484	487	490	484	486	6,5	2,549	0,52	1,1	0,23
11	643	654	641	641	661	648	82	9,055	1,39	4,0	0,62
12	282	277	289	275	277	280	32	5,656	2,02	2,5	0,90
13	362	355	364	361	348	358	42,5	6,519	1,82	2,9	0,81
14	440	462	463	456	459	456	87,5	9,354	2,05	4,1	0,91
15	389	393	404	401	571	398	44	6,633	1,66	2,9	0,74
							Σ1005				

Дисперсію оцінювання коефіцієнта рівняння регресії визначити за формулою

$$S_{\beta_i}^2 = \frac{1}{N \cdot n} S_{(y)}^2 \quad (6)$$

$$S_{\beta_i}^2 = 67 / (15 \cdot 5) = 0,89333, S_{\beta_i} = 0,89333^{0,5} = 0,9451631.$$

Довірчий інтервал

$$\Delta\beta_j = 2 \cdot t \cdot S_{\beta_j}, \quad (7)$$

де $t=2,01$ – критерій Стьюдента для кількості ступенів свободи $f_y = N \cdot (n-1) = 15 \cdot (5-1) = 60$ і коефіцієнта значущості $q=0,05$, де $D\beta_j = 2 \cdot 2,01 \cdot 0,9451631 = 3,80$.

Коефіцієнти рівняння регресії B_{12} , B_{13} , B_{23} та B_{123} у нормалізованому вигляді за абсолютною величиною менші від довірчого інтервалу, тому їх не враховано.

Відновлюваність досліду перевіряли за критерієм Кохрена (G_p)

$$G_p = \frac{S_{i_{\max}}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} \leq G_T \cdot (q, f_y, f_n), \quad (8)$$

де $S_{i_{\max}}^2$ – найбільша за числовим значенням дисперсія одного з дослідів (табл. 3) $G_T = 0,25$, для $q=0,05$; $f_y = N = 15$; $f_n = n-1 = 5-1 = 4$ $G_p = 132,5 / 1005 = 0,13184$.

Якщо $G_p < G_T$, то це свідчить про однорідність дисперсій дослідів.

На підставі аналізу рівняння регресії у нормалізованому вигляді потрібно констатувати таке:

- якщо значення трьох чинників знаходяться на середніх рівнях, а величина температури становить 398°C , що відповідає значенню вільного члена одержаного рівняння $B_0 = 395,6^\circ\text{C}$, то рівняння регресії адекватно відображає середній рівень;
- коефіцієнт лінійного члена другого чинника рівняння регресії має від'ємне значення, отже зі збільшенням величини швидкості подачі круга температура ножа спадає, тобто між параметром оцінки і другим чинником впливу існує обернена залежність;
- коефіцієнти лінійних членів першого і третього чинників впливу мають додатне значення, отже, зі збільшенням вели-

чини швидкості різання та подачі на врізання круга температура збільшується, тобто між параметром оцінки і цими чинниками існує пряма залежність;

- наявність членів рівняння другого степеня всіх трьох чинників підтверджує параболічну залежність температури від швидкості різання, швидкості подачі круга та подачі на врізання;
- парні ефекти чинників X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 , $X_1X_2X_3$ не мають великого впливу, тому що коефіцієнти рівняння регресії (4) при них порівняно незначної величини.

Для подання рівняння регресії у натуральному вигляді використовуємо прийняту заміну чинників і формулу для визначення коефіцієнтів рівняння регресії у явному вигляді.

Після заміни одержали рівняння регресії у натуральному вигляді з урахуванням незначущих коефіцієнтів

$$T = 1009,22 - 8,37V_p - 111,8V_s + 359,8S_n + 0,226V_p^2 + 4,29 \cdot V_s^2 + 1427,9 \cdot S_n^2 - 0,071 \cdot V_p \cdot V_s - 3,89 \cdot V_p S_n - 13,19 \cdot V_s \cdot S_n + 0,4167 \cdot V_p \cdot V_s \cdot S_n. \quad (9)$$

Перевірення адекватності рівняння регресії проводили за критерієм Фішера

$$F_p = \frac{S_{ao}^2}{S_y^2}, \text{ якщо } S_{ao}^2 > S_y^2,$$

або $F_p = \frac{S_y^2}{S_{ao}^2}, \text{ якщо } S_y^2 > S_{ao}^2,$

$$S_{ao} = \frac{1}{f_{ao}} \cdot \sum_{i=1}^N n \cdot (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2,$$

де: $f_{ao} = N - p$, де p – кількість значущих коефіцієнтів рівняння регресії, $p = 8$; \bar{y}_i – значення температури за дослідом; \hat{y}_i – значення температури за рівнянням регресії. Розрахунок кумулятивної суми $\sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2$ зведено у табл. 4.

$$S_{ao} = \frac{n}{f_{ao}} \cdot \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2 = \frac{5 \cdot 43,3964}{15-1-7} = 30,99742. \quad (10)$$

Табл. 4. Розрахунок кумулятивної суми для перевірення адекватності рівняння регресії за критерієм Фішера

№ дослідів	Температура за дослідом \bar{y}_i	Дисперсія	Температура за рівнянням регресії \hat{y}_i	Різниця $\bar{y}_i - \hat{y}_i$	Квадрат різниці $(\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2$	Кумулятивна сума
1	560	122	563,3	-3,277	10,736	10,74
2	702	132,5	699,3	2,723	7,417	18,15
3	200	87,5	198,5	1,523	2,321	20,47
4	332	43,5	334,5	-2,477	6,133	26,61
5	662	65,5	662,1	-0,077	0,006	26,61
6	796	6,5	798,1	-2,077	4,312	30,92
7	298	107	297,3	0,723	0,523	31,45
8	434	96	433,3	0,723	0,523	31,97
9	350	94	350,1	-0,145	0,021	31,99
10	486	6,5	486,1	-0,145	0,021	32,01
11	648	82	646,5	1,455	2,116	34,13
12	280	32	281,7	-1,745	3,046	37,18
13	358	42,5	357,7	0,255	0,065	37,24
14	456	87,5	456,5	-0,545	0,297	37,54
15	398	44	395,6	2,420	5,858	43,40

Дисперсія відтворюваності з урахуванням п'ятнадцятого дослідів $S_y^2 = 1005 / 15 = 67$. Розрахункове значення критерію Фішера $F_p = 67 / 30,99742 = 2,16147$. Табличне значення критерію Фішера для $q=0,05$ і $f_{ao} = 7$, $f_y = N \cdot (n-1) = 15 \cdot 4 = 60$ становить $F_T = 2,37$, що відпо-

відає $F_p = 2,16147 < F_T$. Отже, рівняння регресії є адекватним. Рівняння регресії у нормалізованому та явному вигляді дають змогу побудувати графічні залежності температури від найвпливовіших чинників у натуральних значеннях, за якими можна провести наочний аналіз встановлених залежностей.

Найбільший вплив на температуру поверхні ножів має швидкість різання (рис. 4).

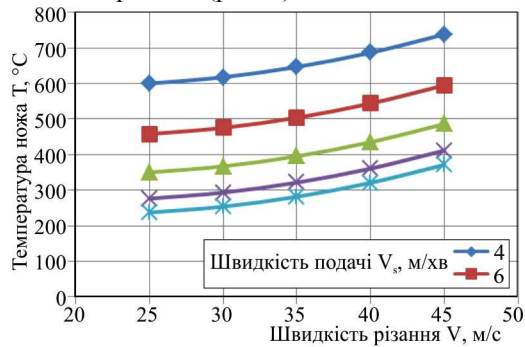


Рис. 4. Залежність температури ножа від швидкості різання і швидкості подачі круга за постійної подачі на врізання

Особливо інтенсивне зростання температури відбувається у межах швидкостей 44,45 м/с, для мінімального значення швидкості подачі круга вона сягає 740 °С. Зі збільшенням швидкості подачі круга температура зменшується і для постійної швидкості подачі 12 м/хв сягає 220...380 °С. (рис. 5).

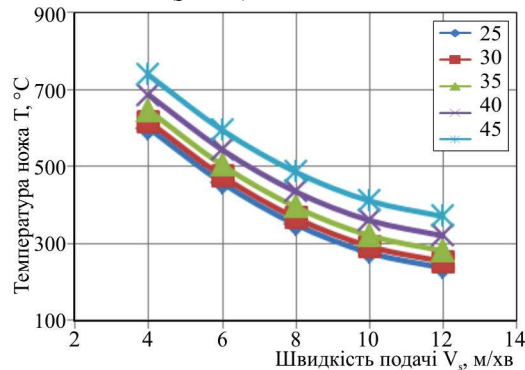


Рис. 5. Залежність температури ножа від швидкості подачі круга і швидкості різання за постійної подачі на врізання

Зі збільшенням подачі на врізання температура на поверхні ножа зростає за експоненціальною залежністю (рис. 6)

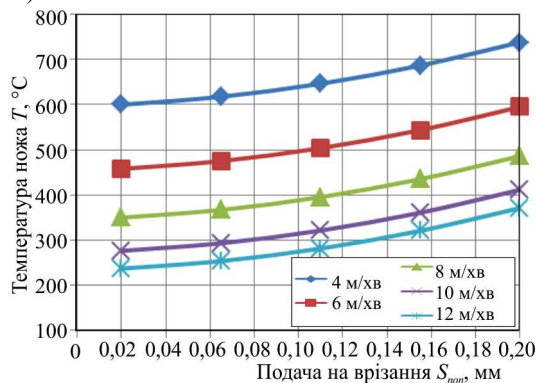


Рис. 6. Залежність температури ножа від подачі на врізання і швидкості подачі круга за постійної швидкості різання 35 м/с

Сумарний вплив на значення температури у процесі заострювання лущильних ножів швидкості різання (див. рис. 4), швидкості подачі круга (див. рис. 5) і подачі на врізання (див. рис. 6), які мають протилежні спрямування векторів, призводить до параболічної залежності (рис. 7). Такий характер впливу чинників пояснюють значним ефектом насичення тепловою енергією леза ножа внаслідок високої теплопровідності сталі, а також клиноподібної форми і малої товщини леза ножа, що обмежує проникнення тепла на значну глиби-

ну тіла. Наявність перерв круга забезпечує переривання процесу теплового насичення і за рахунок вентиляційного ефекту охолодження поверхні ножа.

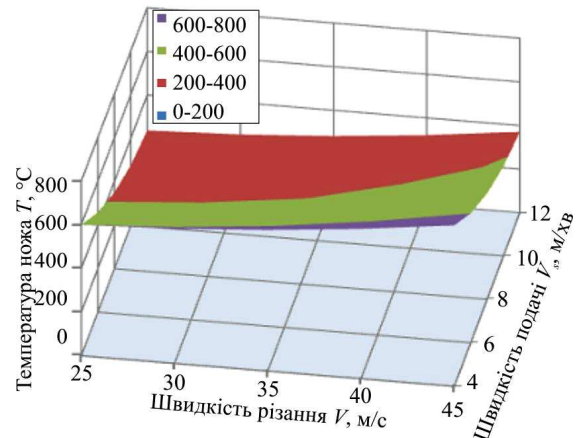


Рис. 7. Залежність температури ножа від швидкості різання і швидкості подачі круга за постійної подачі на врізання $S_{\text{под}} = 0,11$ мм

Під час заострювання суцільним кругом, зростання подачі на врізання та швидкості різання призводить до підвищення температури. Тому переривання робочої поверхні круга та зменшення подачі на врізання – це чинники, що дають змогу значно понизити температуру поверхні лущильних ножів.

Висновки. За результатами аналізу виконаних експериментальних досліджень температури поверхні лущильного ножа під час заострювання багаточашковим абразивним кругом із планетарним приводом чашок можна зробити такі висновки:

1. Проведено експериментальні дослідження з визначення температури поверхні лущильного ножа, виявлено закономірності зміни температури від основних впливових чинників.
2. Встановлено коефіцієнти рівняння регресії другого порядку в нормалізованому і явному вигляді.
3. Результати досліджень дають змогу підійти до оптимізації процесу заострювання лущильних ножів і визначення раціональних режимів шліфування.

References

1. Ben, I. O., & Ozimok, Yu. I. (2016). Orbital grinding tool for sharpening woodcutting knives. *Lisove gospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promislovist. Mizhvidomchij naukovotekhnichnij zbirnik*. 42, 79–83. [In Ukrainian].
2. Ben, I. O., & Ozimok, Yu. I. (2019). Matematichna model dlya viznachennya temperaturi na poverhni lushchilnih ta shponostrugalnih nozhiv v umovah zagostryuvannya. *Derevoobroblyvalni tekhnologii ta sistemotekhnika lisovogo kompleksu: zbirnik materialiv mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii, HNTUSG im. Petra Vasilenka*, 109–111. [In Ukrainian].
3. Hrytsai, I. Ye. (2018). *Teoriia rizannia. Lezove ta abrazivne obrobлення metaliv: navch. posibnyk*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 232. [In Ukrainian].
4. Leontev, N. L. (1966). *Tekhnika statisticheskikh vychislenij: Posobie*. Moscow: Lesn. prom-st, 242 p. [In Russian].
5. Ozimok, Yu. I., & Ben, I. O. (2015). Patent na korisnu model №100679. *Bagatochashkovij abrazivnij instrument z prividnimi chashkami*. Zayavnik Nacionalnij lisotekhnichnij universitet Ukraini. Zayavleno 29.12.2014, Opubl. 10.08.2015, Byul. № 15. 1 p. [In Ukrainian].
6. Pilipchuk, M. I., Grigoriev, A. S., & Shostak, V. V. (2007). *Osnovi naukovih doslidzhen: Pidruchnik*. Kyiv: Znannya, 270 p. [In Ukrainian].

RESEARCH OF TEMPERATURE ON SURFACE SHARING

One of the features of the peeling knife is its small magnitude of the sharpening angles and rear cutting angle. In the course of the research, it is established that during sharpening of the peeling knife with a multi-section abrasive wheel with planetary drive of the cups, the temperature on its surface depends on the main factors such as cutting speed, feed rate of the abrasive wheel, and feed of the cutting circle. The technique of conducting experiments is developed. Samples of blades with soldered thermocouples are given. The B-plan of research planning, choice of number of repetitions of each experiment is substantiated. A preliminary series of experiments was conducted where statistical parameters were determined: average knife surface temperature, variance, root mean square deviation, coefficient of variation, accuracy of the experiment. The results of the experiments conducted in the B-plan of mathematical planning of experiments are presented. Application software for processing research results has been developed. The coefficients of the second-order regression equation in normalized and explicit form are determined, and the normality of temperature distribution is confirmed by asymmetry and kurtosis criteria. Kohren's criterion was used to check the homogeneity of the variance. The significance of the regression equation coefficients was estimated by Student's *t*-test. The adequacy of the obtained regression equations was confirmed by Fisher's test. The impact of the main influencing factors on the surface temperature of the peeling knife is analyzed. It is shown that temperature increases with increasing cutting speed and cutting feed. Increasing the feed rate of the circle leads to a decrease in the surface temperature of the peeling knife. The nature of these dependencies is described by exponential regression equations. The total temperature is described by the parabolic dependence. This allows you to select sharpening modes in which the blade surface temperature will be minimal.

Keywords: sharpening angle; abrasive circle; planetary drive; influential factors; regression equations; exacerbation modes.