

РАЦІОНАЛЬНІ РЕЖИМИ ЗАГОСТРЮВАННЯ БАГАТОЧАШКОВИМ АБРАЗИВНИМ КРУГОМ З ПЛАНІТАРНИМ ПРИВОДОМ

Особливістю загострювання луцильних та шпоностругальних ножів є те, що вони мають широку заднюю поверхню, малі кути загострювання та велику довжину. Велика зона контакту абразивного круга з поверхню ножа призводить до утворення високих температур на поверхні ножа. В результаті чого змінюються початкові властивості леза, відбувається його припалювання, виникають великі задирки, мікротріщини, викришування та інші дефекти. Наявні рекомендації щодо раціональних режимів загострення та доведення дереворізальних інструментів, зокрема луцильних і шпоностругальних ножів, частково вирішують цю проблему, але суттєво зменшують продуктивність процесу загострення. Ця проблема вирішується використанням багато чашкових абразивних кругів які є одним із варіантів перервного шліфування. Встановлено що на температуру поверхні ножів впливає три основних впливових чинники: швидкість різання у м/с; швидкості подачі круга у м/хв.; подачі круга на врізання у мм. Але відмінності у розмірностях впливових чинників не дозволяють розглянути їх в одній системі координат. Запропоновано розмірності впливових чинників перевести у нормалізований вигляд і сумістити їх в одну систему координат, визначити рівняння регресії, дослідити його на екстремум і знайти раціональні режими загострювання. Показано що залежності температури поверхні ножа від швидкості різання, швидкості подачі круга і подачі на врізання мають експоненціальну залежність а залежність сумарної температури ножа має поліноміальну залежність. Після прирівнювання цієї залежності до нуля і диференціювання отримали величину оптимального значення впливових чинників у нормалізованому вигляді – 0,3075757. Після переведення цього значення у явний вигляд одержали раціональні режими різання: швидкість різання – 38,075757 м/с.; швидкість подачі круга – 9,2303028 м/хв.; подача круга на врізання – 0,137681813 мм. Впровадження цих режимів загострювання дозволяє зменшити температуру поверхні ножа до 377,3374 °C, зменшити тривалість загострювання, підвищити тривкість ножа щодо затуплення і тим самим підвищити продуктивність луцильного верстата.

Ключові слова: лезо ножа; абразивний інструмент; поверхня ножа; температура ножа; режими загострювання; продуктивність процесу.

Стан питання. Якість поверхні луценого та струганого шпону є одним з визначальних чинників його сортності та в основному залежить від підготовки до роботи різальних інструментів луцильних та шпоностругальних верстатів. Загострення цих інструментів, зокрема луцильних та шпоностругальних ножів є відповідальною операцією, як під час виготовлення цих інструментів, так і під час відновлення їх різальних властивостей після затуплення. Від якості загострювання інструменту залежить продуктивність праці і вартість оброблення заготовок, період тривкості й величина зношення інструменту [1].

Висока якість поверхні, гострота різальних кромок, відсутність припалювання, точність геометричних параметрів, забезпечення підвищеної тривкості інструментів можливе лише у разі правильного поєднання характеристики абразивного круга та режимів загострювання. При цьому і режими загострювання, і характеристика абразивного круга повинні відповідати хімічному складу сталі інструменту, способу охолодження та іншим факторам.

Режими загострення ножів (співвідношення величин колової швидкості обертання шліфувального круга V , м/с, швидкості поздовжньої подачі шліфувального круга відносно ножа V_s , м/хв; вертикальної подачі шліфувального круга на глибину врізання $S_{\text{поп.}}$, мм) повинні забезпечити задане значення кутових пара-

метрів різальної кромки, необхідну гостроту леза та відсутність задирок, припалювань, викришувань, шліфувальних тріщин та інших дефектів, зберігання початкових властивостей леза, обумовлених хімічним складом і термічним обробленням сталі, високу чистоту оброблення різальних поверхонь, високу продуктивність і мінімальну витрату абразивного інструмента.

Результати та обговорення.

Результати проведених досліджень оброблені за ужитковою програмою «REGK3N14» дозволили одержати рівняння регресії у нормалізованому вигляді

$$T = 395,5797 + 68 \cdot X_1 - 184,4 \cdot X_2 + 49,4 \cdot X_3 + 22,56562 \cdot X_1^2 + 68,56562 \cdot X_2^2 + 11,56562 \cdot X_3^2 - 1,00 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,5 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,5 \cdot X_2 \cdot X_3 + 1,5 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3. \quad (1)$$

де 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.; $S_{\text{поп}}$ – величина подачі на врізання, мм).

Переведення факторів у кодові значення здійснювали за формулами

$$X_1 = (v - v_{(0)}) / (\Delta v); \quad X_2 = (v_s - v_{s(0)}) / (\Delta v_s); \quad X_3 = (S_{\text{поп}} - S_{\text{поп}(0)}) / (\Delta S_{\text{поп}}). \quad (2)$$

$$v_{(0)} = (v_{\text{max.}} + v_{\text{min.}}) / 2; \quad v_{s(0)} = (v_{s\text{max.}} + v_{s\text{min.}}) / 2; \quad S_{\text{поп}(0)} = (S_{\text{попmax.}} + S_{\text{попmin.}}) / 2. \quad (3)$$

де: v – поточна величина швидкості різання; $v_{(0)}$ – середнє значення швидкості різання; Δv – інтервал зміни швидкості різання; v_s – поточна величина швидкості подачі круга; $v_{s(0)}$ – середнє значення швидкості подачі круга; Δv_s – інтервал зміни швидкості подачі круга; $S_{\text{поп}}$ – поточна величина подачі круга на врізання; $S_{\text{поп}(0)}$ – середнє значення подачі круга на врізання; $\Delta S_{\text{поп}}$ – інтервал зміни подачі круга на врізання.

Теоретичні та експериментальні дослідження наведені вище встановлюють залежності між температурою поверхні ножа і основними впливовими чинниками [2]. Але відмінності у розмірностях впливових чинників не дозволяють розглянути їх в одній системі координат. Якщо розмірності впливових чинників перевести у нормалізований вигляд за залежностями (2, 3), то тоді їх можна сумістити в одну систему координат, визначити рівняння регресії у нормалізованому вигляді, дослідити його на екстремум і знайти раціональні режими загострювання. Результати експериментальних досліджень залежності температури поверхні ножа у системі нормалізованих координат наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Залежність температури. поверхні ножа від впливових чинників

Температура ножа	Координати чинників у нормалізованому вигляді				
	-1	-0,5	0	0,5	1
$T=f(V)$	60	80	110	142	200
$T=f(V_s)$	450	320	192	131	86
$T=f(S_{\text{поп}})$	48	60	88	112	150
T_{Σ}	558	460	390	385	436

Залежність температури ножа від швидкості різання, швидкості подачі круга і подачі на врізання має експоненціальну залежність а залежність сумарної температури ножа має поліноміальну залежність у вигляді параболи [3]

$$T_{\Sigma} = 103,7143 \cdot X^2 - 63,8 \cdot X + 393,9429. \quad (4)$$

Показник достовірності адекватності лінії тренду рівняння (4), $R^2 = 0,9945$.

Дослідження рівняння (4) на екстремум дозволяє визначити координату мінімальної температури. Графічна залежність температури поверхні луцильного

ножа від впливових чинників дає можливість наглядно побачити форми залежностей (рис. 1)

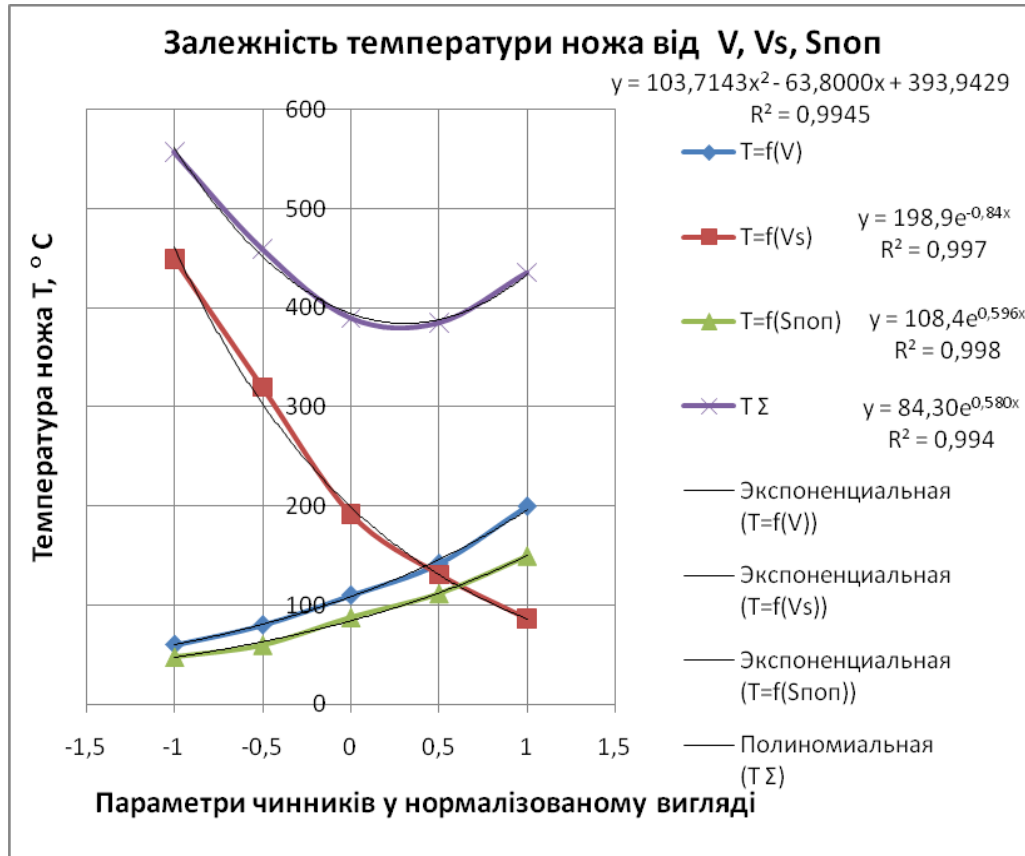


Рис. 1. Залежність температури ножа від швидкості різання, швидкості подачі і подачі на врізання у системі нормалізованих координат

Після прирівнювання до нуля і диференціювання отримали:

$$103,7143 \times 2 \times X - 63,8 = 0; \quad X = 63,8 / (103,7143 \times 2) = 0,3075757$$

Використовуючи рівняння (2, 3) одержали значення чинників у явному вигляді [4].

Для швидкості різання

$$V = X \cdot \Delta_v + V_0; \quad V = 0,3075757 \times 10 + 35 = 38,075757 \text{ м/с.}$$

Для швидкості подачі

$$V_s = X \cdot \Delta_{vs} + V_{s0}; \quad V_s = 0,3075757 \times 4 + 8 = 9,2303028 \text{ м/хв.}$$

Для подачі на врізання

$$S_{поп} = X \cdot \Delta_{Sпоп} + V_{0Sпоп}; \quad S_{поп} = 0,3075757 \times 0,09 + 0,11 = 0,137681813 \text{ мм.}$$

Впровадження цих режимів загострювання дозволяє зменшити температуру поверхні ножа до $T_{\min} = 103,7143 \cdot X^2 - 63,8 \cdot X + 393,9429 =$

$$= 103,7143 \times 0,3075757^2 - 63,8 \times 0,3075757 + 393,9429 = 377,3374 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Якщо врахувати помилку середнього приймаємо, що мінімальна температура поверхні ножа знаходиться у межах 370...385 $^\circ\text{C}$ [5].

Висновок. Аналіз виконаних досліджувань температури поверхні луцильного ножа під час загострювання багаточашковим абразивним кругом з планетарним приводом чашок дозволяє відмітити:

1. Залежності температури поверхні ножа від швидкості різання, швидкості подачі круга і подачі на врізання мають експоненціальну залежність, а залежність сумарної температури має параболічну залежність.

2. Відмінності розмірностей впливових чинників не дозволяють розглянути їх в одній системі координат. Якщо розмірності впливових чинників перевести у нормалізований вигляд, то тоді їх можна сумістити в одну систему координат.

3. Проведені дослідження дозволили оптимізувати процес загострювання луцильних ножів і визначити раціональні режими шліфування.

Література

1. **Kiryk M.D., Grigoriev A.S.** (2013): *Pidgotovlennya derevorizalnih instrumentiv do roboti ta yih ekspluataciya* [Preparing wood-cutting tools before the robot and their operation]. – Textbook. – Lviv: UNFU. – 342 p., (in Ukrainian).
2. **Gritsay I.E.** (2018): *Teoriya rizannya. Lezove ta abrazivne obroblennya metaliv* [Theory of cutting. Blades and Abrasives Processing]. – Tutorial. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic. – 322 p., (in Ukrainian).
3. **Pylypchuk M.I., Grigoriev A.S., Shostak V.V.** (2007): *Osnovy naukovykh doslidzhen* [Fundamentals of scientific research]. – Kyiv. – 270 p, (in Ukrainian).
4. **Yakimov O.O.** (2006): *Teplovi procesi pri prerivchastomu shlifuvanni* [Thermal processes in intermittent grinding]. Intercollegiate collection “Scientific notes”. – Lutsk. – 18: 447-452, (in Ukrainian).
5. **Ozymok Yu.I.** (2013): *Osoblivosti zagostrennya nozhiv z shirokoyu zadnoyu poverhneyu* [Features of sharpening of knives with a wide back surface]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 29: 97-101, (in Ukrainian).

UDC 674.053:621.93.024.74

I.O. Ben – UNFU

Rational models of acceleration of multi-purple abrasive circuit with planetary drive

The sharpening feature of peeling and pruning knives is that they have a wide back surface, small sharpening angles and a large length. The large contact area of the abrasive wheel with the blade surface causes high temperatures to form on the blade surface. As a result, the initial properties of the blade change, its ignition occurs, there are large burrs, microcracks, chipping and other defects. The recommendations available for rational sharpening and fine-tuning of wood-cutting tools, in particular peeling and milling cutters, partially address this problem but significantly reduce the performance of the sharpening process. This problem is solved by the use of many cup abrasive wheels, which is an option for continuous grinding. It is established that the knife surface temperature is influenced by three main influencing factors: cutting speed in m / s; feed rate of the circle in m / min. ; feed circle on the cut in mm. But differences in the dimensions of influential factors do not allow to consider them in one coordinate system. It is suggested to translate the dimensions of influential factors into a normalized form and combine them into one coordinate system, determine the regression equation, investigate it for the extremum and find rational modes of exacerbation. It is shown that the dependences of the surface temperature of the knife on the cutting speed, the feed rate of the circle and the feed on the cutting have an exponential dependence and the dependence of the total knife temperature has a polynomial dependence. After equating this dependence to zero and differentiating, we obtained the value of the optimal value of the influencing factors in the normalized form = 0,3075757. After translating this value into rational form, rational cutting modes were obtained: cutting speed – 38,075757 m/s; feed rate of the circle – 9,2303028 m/min; feed circle for cutting – 0,137681813 mm. The introduction of these sharpening modes allows to reduce the surface temperature of the knife to 377,337 °C, to reduce the duration of sharpening, to increase the durability of the knife with respect to blunting, and thus to increase the productivity of the peeling machine.

Keywords: knife blade; abrasive tool; knife surface; knife temperature; Sharpening modes; process performance