

Озимок Ю.І.
Капраль Ю.Р.
Бень І.О.

Національний лісотехнічний
університет України, м.Львів,
Україна
E-mail: beigr@rambler.ru

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ НОЖІВ, ЗАГОСТРЕНИХ ПЛАНЕТАРНИМ АБРАЗИВНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

УДК 674.055:621.785.545

Озимок Ю.І., Капраль Ю.Р., Бень І.О. «Зносостійкість дереворізальних ножів, загострених планетарним абразивним інструментом»

Максимальну зносостійкість деревообробних ножів можна отримати тільки при дотриманні правильного температурного режиму під час загострювання. У випадку виникнення надто високих температур будуть відбуватись зміни й структурі матеріалу ножа, а це приведе до погіршення експлуатаційних характеристик. Ця умова може бути виконано лише при повній відповідності характеристики шліфувального круга режимам шліфування і перш за все товщині шару металу, що зішліфовується за кожен прохід абразивного круга.

Розглянуто проблему загострювання тонких фрезувальних ножів, яка існує на деревообробних підприємствах. Дослідження показують, що жоден із способів охолодження, який застосовуються в практиці під час загострювання, не запобігає повністю проходженню структурних перетворень в поверхневих шарах сталі в результаті дії миттєвої температури. Досліджено тривкість щодо спрацювання дереворізальних ножів під час роботи на фрезувальних верстатах у виробничих умовах.

Аналіз експериментальних даних, отриманих на підприємстві ПП «Хвоя», показує, що тривкість щодо спрацювання ножів зі сталі 9ХФ, загострених планетарним абразивним інструментом, під час фрезування деревини різних порід у рази вища тривкості цих же ножів, загострених суцільним абразивним кругом. Отже, завдяки правильному вибору режимів загострення, покращується якість оброблювальної поверхні під час роботи на поздовжньо-фрезувальних верстатах, зменшується час на перезагострення інструменту на 30-35% та збільшується продуктивність поздовжньо-фрезувальних верстатів.

На основі експериментального дослідження підтверджено ефективність використання дереворізальних ножів, загострених планетарним абразивним інструментом.

Ключові слова: ніж; абразивний інструмент; режими загострення; тривкість щодо спрацювання; продуктивність процесу.

Озимок Ю.И., Капраль Ю.Р., Бень И.О. «Износостойкость деревообрабатывающих ножей, заточенных планетарным абразивным инструментом»

Максимальная износостойкость деревообрабатывающих ножей можно получить только при соблюдении правильного температурного режима во время заточки. В случае возникновения слишком высоких температур будут происходить изменения и структуре материала ножа, а это приведет к ухудшению эксплуатационных характеристик. Это условие может быть выполнено только при полном соответствии характеристики шлифовального круга режимам шлифовки и прежде всего толщине слоя металла, который зашлифовуется за каждый проход абразивного круга.

Рассмотрена проблема заточки тонких фрезерных ножей, которая есть на деревообрабатывающих предприятиях. Исследования показывают, что ни один из способов охлаждения, который применяются в практике при заточке, не предотвращает полностью структурных преобразований в поверхностных слоях стали в результате действия мгновенной температуры. Исследован процесс прочности ножей во время фрезерования на фрезерных станках в производственных условиях.

Анализ экспериментальных данных, полученных на предприятии ООО «Хвоя», показывает, что износостойкость ножей марки 9ХФ, заостренных планетарным абразивным инструментом, при фрезеровании древесины различных пород в разы выше износостойкости этих же ножей, заостренных сплошным абразивным кругом. Итак, благодаря правильному выбору режимов заточки, улучшается качество обрабатываемой поверхности во время фрезерования на продольно-фрезерный станках, уменьшается время на перезаточку инструмента на 30-35% и увеличится производительность продольно-фрезерный станков.

На основе экспериментального исследования подтверждена эффективность использования дерево-режущих ножей, заточенных планетарным абразивным инструментом.

Ключевые слова: нож, абразивный инструмент; режимы заточки износостойкость; производительность процесса.

Ozymok Y.I., Kapral Y.R., Ben I.O. «Wear resistance of woodcutting knives, sharpened by planetary abrasive instrument»

The problem of thin milling knives sharpening that exists on woodcutting enterprises has been studied. The research shows that any of cooling methods used in practice during sharpening process is not preventing completely structural modifications on steel surface sheets caused by the immediate effect of temperature.

If conform characteristics of abrasive wheel will not be adapted to grinding regimes and instrument materials, either the secondary hardening of the blade together with the creation of hard, but fragile structure, or considerable decrease of its solidity as a result of steel discharge may occur. Both are leading to the quick blunting of the instrument, in case of small sharpening angles, as a result of the demolishment of discharged or crumbled blade, repeatedly sharpened.

One of the most effective solution for this problem is the decrease of thermal field during sharpening. This problem might be solved by the replacement of solid abrasive wheels by the wheels with ended surface.

Analysis of experimental data, received at "Khvoya" enterprise, demonstrated that the endurance of the knives labeled 9XФ, sharpened by planetary abrasive instrument, is much higher during the fining of various wood sorts than the endurance of the same knives sharpened by solid abrasive wheel. The results of experimental analysis confirmed the possibility of woodcutting knives sharpening, produced with steel 9XФ, sharpened by the abrasive wheel with driven cups. Due to correctly selected sharpening modes, sharpening quality is high, and process efficiency increased by 1,8.

The research demonstrated, that after 6000 m of cutting path, the radius of blade rounding of endured knife, sharpened by planetary abrasive instrument, decreases by 1,3 than the knife sharpened by solid abrasive instrument.

It was identified that during the oak fining the intensiveness of knife's processing is 2,3 times higher than during beech fining, in case the use of knives sharpened by planetary abrasive instrument and solid abrasive wheel.

It was determined that after 148 000 m of cutting path of pine tree, the radius of blade rounding of knives, sharpened by solid abrasive wheel is $\rho=24,1 \mu\text{m}$, which is 1,34 times bigger than the radius of blade rounding of knives, sharpened by planetary abrasive instrument, that equals $\rho=18 \mu\text{m}$.

Key words: knife; abrasive instrument; sharpening modes; endurance towards the efficient process.

Актуальність проблеми

Для отримання максимальної тривкості щодо спрацювання дереворізального інструменту необхідно, щоб в процесі загострювання структура металу різальних елементів не змінювалась. Ця умова може бути виконано лише при повній відповідності характеристики шліфувального круга режимам шліфування і перш за все товщині шару металу, що зішліфовується за кожен прохід абразивного круга.

Отже, якщо не буде забезпечено відповідність характеристики абразивного круга режимам шліфування і матеріалу інструменту, під час загострювання може статися або вторинне гартування леза, з утворенням твердої та крихкої структури, або значне зниження його твердості в результаті відпуску сталі. І те й інше при малих кутах загострення дереворізального інструменту веде до швидкого затуплення інструменту внаслідок зносу відпущеного або викришування вдруге загартованого леза [1-3].

Одним із найефективніших варіантів вирішення даної проблеми є зменшення теплового поля під час загострювання. Таку проблему вирішує заміна суцільних абразивних кругів на круги з перервною робочою поверхнею.

Одним із кроків у розвитку абразивного інструменту, саме для загострення ножів, є розроблення багаточашкового абразивного круга та планетарного абразивного інструменту науковцями кафедри деревообробного обладнання та інструментів НЛТУ України [4].

Аналіз останніх досліджень

Огляд літературних джерел, який виконано в роботі [3], дозволяє зробити висновок, що дослідження зносостійкості дереворізального інструменту відбувається за допомогою оптично-цифрового методу. На підставі досліджень проведених науковцями [4]

можна зробити висновок, що використання планетарного абразивного круга є перспективним. Підводячи підсумок аналізу зносостійкості дереворізальних ножів, загострених планетарним абразивним інструментом можна зробити висновок, що використання оптико-цифрового методу дослідження є найінформативнішим для цього.

Формулювання цілі дослідження.

Головним завданням даного дослідження є обґрунтування ефективності використання планетарного абразивного круга у порівнянні із суцільним абразивним кругом при загострюванні дереворізальних ножів.

Методичний підхід в проведенні досліджень

Експериментальні дослідження стійкості щодо спрацювання дереворізальних ножів проводили з використанням експериментальної установки на базі фрезувального верстата ФС-1 (рис.1) за методикою, описаною в [2]. Оброблялись три породи деревини: сосна, дуб та бук. Сосна відноситься до шпилькових порід, характеризується високим вмістом смол і великою кількістю сучків. Під час фрезування деревини шпилькових порід спрацювання в більшій мірі відбувається по задній поверхні леза з утворенням фаски. Дуб відноситься до листяних кільцесудинних порід. Деревина дуба характеризується високими механічними властивостями (твердістю, міцністю). В деревині дуба часто зустрічаються зарослі сучки, твердість яких значно вища від твердості основної деревини. Такі сучки часто спричиняють обламування леза ножа. Бук відноситься до листяних розсіяносудинних порід. Деревина бука характеризується високою міцністю та твердістю, добре обробляється. Усі заготовки попередньо висушували до вологості 8–10 %. Товщина заготовок складала 30 мм.

Частота обертання фрезувальної головки становила 6000 об/хв. Подавання заготовки забезпечувалось автоматичним подавачем 1, швидкість якого становила 12 м/хв. Товщина шару деревини, що знімався за один прохід становила 2 мм і забезпечувалась налаштуванням рухомої частини упорної планки 2

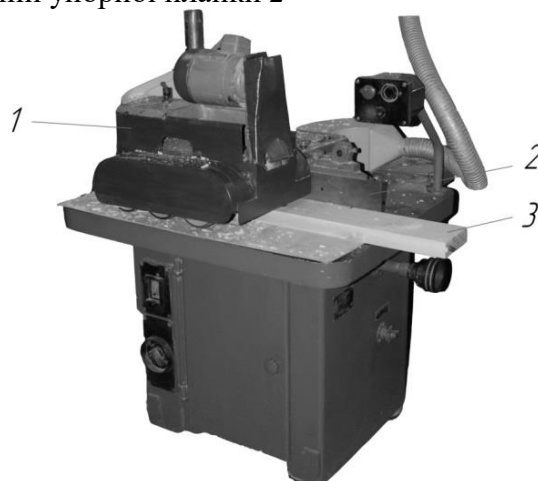


Рис. 1. Експериментальна установка на базі фрезувального верстата ФС-1
1 – автоматичний подавач; 2 – рухома упорна планка; 3 – букова заготовка

Дереворізальні ножі загострювали на ножезагострювальному верстаті ТчН6-5. Режими загострювання суцільним абразивним кругом:

- абразивний круг – 25А 25П СМ2 8 А 2кл ГОСТ 2424-83;
- колова швидкість – 30 м/с;

- поперечна подача – 0,02 мм/хід;
 - повздовжня подача – 7,0 м/хв.
- Режими загострювання планетарним абразивним кругом:
- абразивний круг – 25А 25П СМ2 8 А 2кл ГОСТ 2424-83;
 - колова швидкість – 30 м/с;
 - поперечна подача – 0,1 мм/хід;
 - повздовжня подача – 7,0 м/хв.

Після доведення радіус закруглення леза ножів становив $\rho=4-6$ мкм.

Загострені ножі встановлювали у фрезувальну головку діаметром 125 мм з діаметром насадного отвору 32 мм.

У фрезувальну головку кріпили два ножі зі сталі 9ХФ один навпроти одного. З метою поетапного дослідження радіуса закруглення лез ножів, їх розрізали на дві частини. Після розрізання суміжні сторони шліфували до досягнення шорсткості $Ra=0,8$ мкм для забезпечення доброго взаємного прилягання. Одна частина ножа загострювалась суцільним абразивним кругом, інша – планетарним абразивним інструментом. Параметром оцінки спрацювання ножів обрано радіус закруглення різальної крайки ρ . Далі за допомогою шаблона спарені ножі встановлювали у ножову головку. Розміри ножів: довжина – 40 мм, ширина 30 мм, товщина – 3 мм, кут загострення – 40° .

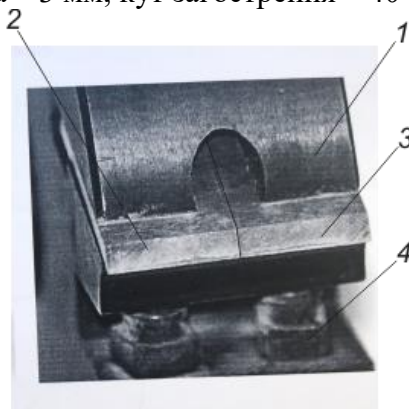


Рис. 2. Ножова головка

1 – корпус ножової головки; 2 – ніж, загострений суцільним абразивним кругом; 3 – ніж, загострений планетарним абразивним інструментом; 4 – клин

Замірювання радіуса закруглення леза проводили перед початком роботи ножа, а потім кожні 100 м.п. оброблених заготовок до 1000 м.п.

Після завершення фрезування заготовок розраховано шлях, який пройшов кожен ніж у деревині за методикою Грубэ [1].

$$\Sigma = \frac{L \cdot \pi \cdot D \cdot k}{V_s \cdot 1000}, \quad (1)$$

де L – загальна довжина оброблених заготовок (мм);

D – діаметр вершин лез ножів (мм);

V_s – швидкість подавання заготовок (м/хв.);

k – відношення кута контакту різця з деревиною до 360° .

$$k = \frac{\varphi}{360} \quad (2)$$

$$\varphi = \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)$$

де h – товщина зрізаного шару (мм).

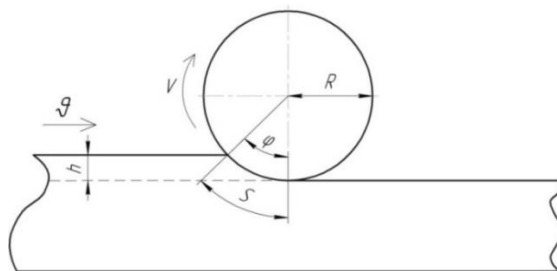


Рис. 3. Схема фрезування

Радіус закруглення леза заміряли оптично-цифровим методом. Для цього використовували мікроскоп мікротвердоміра ПМТ-3 та цифровий фотоапарат. Фотографували внутрішні торцеві грані складеного ножа, збільшуючи в 487 разів (рис. 4).

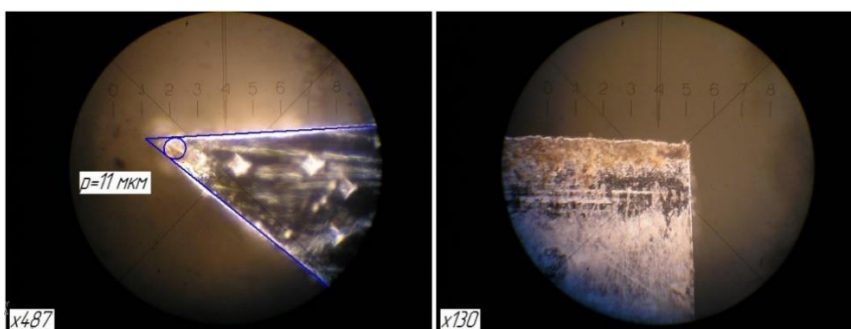


Рис. 4. Мікрогеометрія леза при збільшенні у 487 раз (торець ножа) та 130 раз (передня поверхня ножа)

На цьому ж мікроскопі сфотографовано шкалу об'єкт-мікрометра з ціною поділки 10 мкм. За допомогою графічної програми Kompas 3D і фотографії шкали об'єкт-мікрометра визначено перевідний коефіцієнт для цифрового фотоапарата. Використовуючи цю графічну програму на фотографіях леза ножа вписували коло певного радіуса і за допомогою перевідного коефіцієнта визначали реальний радіус закруглення леза.

Результати досліджень.

Дана методика заміру радіуса закруглення дозволяє за короткий порівняно з методом виготовлення відтисків час отримати точні результати дослідження, а конструкція розбірного ножа дозволяє заміряти радіус в будь-який момент роботи ножа.

Результати дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Радіус закруглення лез ножів, загострених планетарним абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом під час фрезування деревини бука

L, м.п.	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
L _p , м	0	601	1203	1805	2406	3008	3609	4211	4813	5414	6016
ρ, мкм (планет.)	6,1	7,9	9,1	9,9	10,4	10,5	10,5	10,6	10,7	11,0	11,6
ρ, мкм (суц.)	5,3	9,6	10,8	11,8	12,8	13,6	13,6	13,8	14,0	14,4	15,1

Побудовано графічної залежності радіуса закруглення леза від шляху різання (рис. 5).

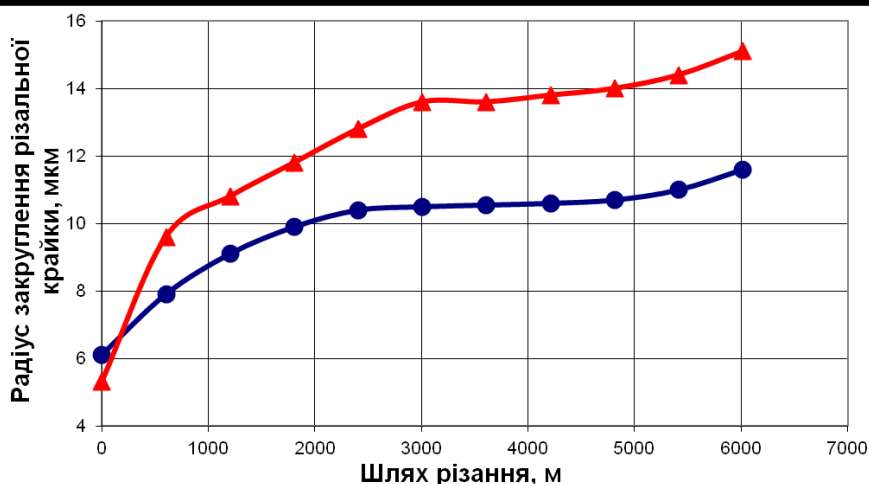


Рис. 5. Залежність радіуса закруглення леза від шляху різання під час фрезування деревини бука ножами, загостреними планетарним абразивним інструментом (круглі маркери) та суцільним абразивним кругом (трикутні маркери)

З графіків (рис. 5) видно, що в період припрацювання леза різальної крайки ножів, загострених планетарним абразивним інструментом порівняно з ножами загостреними суцільним абразивним кругом радіус закруглення збільшується. Після 6000^ом шляху різання радіус закруглення леза зміцненого ножа загостреного планетарним абразивним інструментом в 1,3 рази менший ніж на ножі, що загострений суцільним абразивним кругом.

Таблиця 2

Радіус закруглення лез ножів, загострених планетарним абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом під час фрезування деревини дуба

L, м.п.	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
L _p , м	0	601	1203	1805	2406	3008	3609	4211	4813	5414	6016
ρ(планет.), мкм	6,0	7,2	9,5	11,4	11,9	12,6	12,8	13,0	13,6	13,8	14,6
ρ(суц.), мкм	5,8	7,6	9,8	11,8	13,5	14,7	15,0	15,2	15,4	15,6	17,0

Крім фізико-механічних властивостей матеріалу ножа, на інтенсивність спрацювання леза ножа впливає порода деревини, що обробляється.

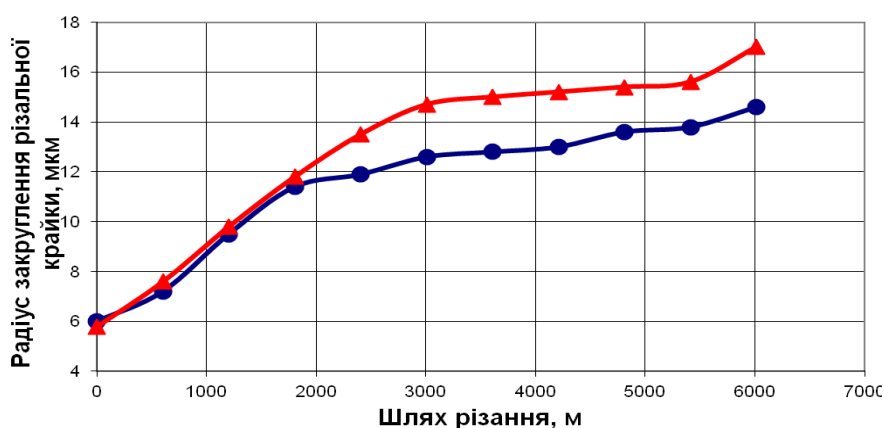


Рис. 6. Залежність радіуса закруглення леза від шляху різання під час фрезування деревини дуба ножами загостреними багаточашковим абразивним інструментом (круглі маркери) та суцільним абразивним кругом (трикутні маркери)

Так під час фрезування деревини дуба інтенсивність спрацювання ножа у 2,3 рази вища ніж під час фрезування деревини бука у разі використання ножів загострених планетарним абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом (рис. 6).

Дослідження тривкості щодо спрацювання ножів під час фрезування деревини сосни проводили у виробничих умовах. Ножі загострені багаточашковим абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом досліджували на ПП «Хвоя». На підприємстві ножі встановлювали на фрезувальний верстат моделі Utool (Wilton) UWSM-55T.

Результати дослідження наведені у табл. 3 та відображені у вигляді графічних залежностей радіуса закруглення леза від шляху різання (рис. 7).

Таблиця 3

Радіус закруглення лез ножів, загостреними багаточашковим абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом під час фрезування деревини сосни

$L_p, \text{ м}$	Ніж (суц. абраз. кругом)					Ніж (планетарн. абраз. кругом)				
	0	4918	24591	49183	147549	0	4456	22280	44561	147541
$\rho, \text{ мкм}$	6	9,8	15,2	18,6	24,1	6	7,9	12,7	14,8	18,0

Аналіз експериментальних даних, отриманих на підприємстві ПП «Хвоя», показує, що тривкість щодо спрацювання у ножів, загострених планетарним абразивним інструментом вища тривкості щодо спрацювання ножів, суцільним абразивним кругом.

Це пояснюється високою якістю загострювання ножів планетарним абразивним інструментом мікротвердість леза якого є вищою від ножа, загостреного суцільним абразивним кругом.

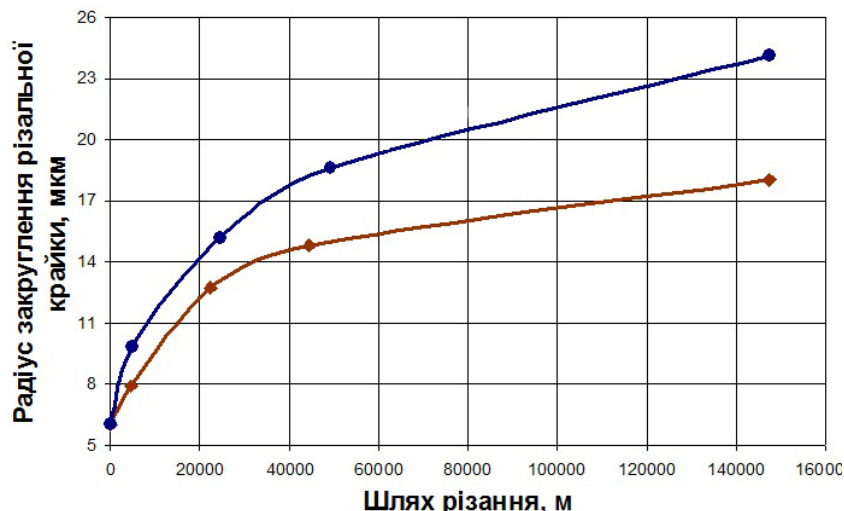


Рис. 7. Залежність радіуса закруглення леза від шляху різання під час фрезування деревини сосни ножами загостреними багаточашковим абразивним інструментом (маркери ромби) та суцільним абразивним кругом (круглі маркери)

Установлено, що після 148000 м шляху різання радіус закруглення лез ножів загострених суцільним абразивним кругом становить $\rho=24,1$ мкм, що у 1,34 рази більше радіуса закруглення лез ножів загострених планетарним абразивним інструментом, який становить $\rho=18$ мкм.

Аналіз результатів дослідження.

Дослідження показали, що після 6000м шляху різання радіус закруглення леза зміцненого ножа загостреного планетарним абразивним інструментом в 1,3 рази менший

ніж на ножі, що загострений суцільним абразивним кругом.

Досліджено і те, що під час фрезування деревини дуба інтенсивність спрацювання ножа у 2,3 рази вища ніж під час фрезування деревини бука у разі використання ножів загострених планетарним абразивним інструментом та суцільним абразивним кругом.

Установлено, що після 148000 м шляху різання сосни радіус закруглення лез ножів загострених суцільним абразивним кругом становить $\rho=24,1$ мкм, що у 1,34 рази більше радіуса закруглення лез ножів загострених планетарним абразивним інструментом, який становить $\rho=18$ мкм.

Висновок

Результати експериментального дослідження підтвердили можливість загострювання дереворізальних ножів, виготовлених зі сталі 9ХФ, загострених планетарним абразивним кругом з приводними чашками. Завдяки правильно підібраним режимам загострення, якість загострення висока, а продуктивність процесу зросла в 1,8 рази.

Список використаних джерел

1. Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных ножей при черновом фрезеровании древесины А.Р. Абдулов, В.Г. Новоселов. *Деревообработка: технологии, оборудование менеджмент XXI века: труды VII международного евроазиатского симпозиума*. – 2012. – С. 209–212.
2. Глебов И.Т. Оборудование отросли: Исследование микрогеометрии режущих кромок лезвий - методические указания для проведения лабораторных занятий И.Т. Глебов, А.Р. Абдулов. – Екатеринбург, 2013.
3. Озимок Ю.І., Капраль Ю.Р. Тривкість щодо спрацювання ножів зі сталі 45 та 8Х6НФТ під час обробляння деревини дуба та бука Ю.І. Озимок, Ю.Р. Капраль. – Науковий вісник: Збірник науково-технічних праць. – Львів, НЛТУ України, Вип. 26.01, 2016. – С.320–324. index Copernicus
4. Озимок Ю.І., Бень І.О. Багаточашковий абразивний інструмент з приводними чашками Деклараційний патент на корисну модель (11)100679 В23D63/12 Опубл. 10.08.2015. Бюл. №15. – 2 с.

References

1. Abdulov A.R. Issledovanie iznosostoykosti stalnyih nozhey pri chernovom frezerovanii drevesinyi A.R. Abdulov, V. G. Novoselov. *Derevoobrabotka: tehnologii, oborudovanie menedzhment XXI veka: trudy VII mezhdunarodnogo evroaziyskogo simpoziuma*. – 2012. – S. 209–212.
2. Glebov I. T. Oborudovanie otrosli: Issledovanie mikrogeometrii rezhuschih kromok lezviy - metodicheskie ukazaniya dlya provedeniya laboratornih zanyatiy I. T. Glebov, A. R. Abdulov. – Ekaterinburg, 2013.
3. Ozimok Y.I., Kapral Y.R. Trivkist schodo spratsyuvannya nozhiv zi stali 45 ta 8H6NFT pid chas obroblyannya derevini duba ta buka Y.I. Ozimok, Y.R. Kapral. – Naukoviy visnik: Zbirnik naukovo-tehniknih prats. – Lviv, NLTU Ukrayini, Vip. 26.01, 2016. – S.320–324.index Copernicus.
4. Ozimok Y.I., Ben I.O. Bagatochashkoviy abrazivniy Instrument z privodnimi chashkami Deklaratsiynyi patent na korisnu model (11)100679 V23D63 12 Opubl. 10.08.2015. Byul. №15. – 2 s.