

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМОТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 621.91:674.056

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ НОЖІВ З КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ ДЛЯ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ

Кірик М. Д. – д.т.н., професор; Капраль Ю. Р. – аспірант
(Національний лісотехнічний університет України)

Проведено аналіз робіт, присвячених зміцненню сталевих ножів і попередні дослідження зносу ножів з конструкційної сталі, зміцнених високошвидкісним тертям.

Постановка проблеми. Для виготовлення дереворізальних ножів використовують середньолеговані (Х6ВФ), високолеговані (85Х6НФТ, 55Х7ВСМФ) або швидкорізальні (Р6М5) сталі. Після гартування та відпуску їх твердість становить 59...63 НРС. Структура мартенсит з троститом для середньо- і високолегованих сталей та мартенсит з карбідами для швидкорізальних сталей. Період стійкості ножів від 4 до 10 годин неперервної роботи залежно від режимів експлуатації. У зв'язку з дефіцитом легуючих елементів і значною вартістю легованих та швидкорізальних сталей виробники для виготовлення ножів застосовують високовуглецеві і низьколеговані сталі (У8А, 9ХФ, ХВГ, 6ХС), які мають значно нижчі експлуатаційні характеристики. З метою доведення експлуатаційних характеристик ножів з цих сталей до рівня високолегованих їх робочі поверхні зміцнюють.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміцнення ножів з високовуглецевих і низьколегованих сталей здійснювали за допомогою лазера на завершальній операції в підготовленні їх до роботи. Під час даного зміцнення відбувається гартування поверхневих шарів з утворенням дуже подрібненої мартенситної або мартенситно-аустенітної структури. В зоні дії лазерного променя спостерігається підвищення концентрації вуглецю внаслідок більш інтенсивного вигорання заліза. Крім того в результаті іонізації газів повітря під дією променя лазера відбувається насичення поверхневих шарів вуглецем і азотом. Внаслідок цих процесів відбувається підвищення мікротвердості. На ножах зі сталі У10, 9ХС, ХВГ мікротвердість збільшилась до 8,8...10,1 ГПа. Товщина зміцненого шару сягала 115...135 мкм. Зміцнені ножі мали зносостійкість в 2,5...3,5 рази більшу, ніж гартовані. До недоліків цього способу відноситься висока вартість обладнання для зміцнення, великі енергетичні затрати та низька продуктивність [1].

Конструкційні сталі з вмістом вуглецю до 0,35% зміцнювали шляхом цементації. Внаслідок цементації отримується зміцнений шар товщиною

0,1...2,0 мм. Поверхнева твердість ножів після цементації та термічного оброблення складала 60...65 HRC.

Одним з ефективних способів підвищення стійкості дереворізальних ножів є локальне електроіскрове нанесення зносостійких (товщиною до 90 мкм) покриттів [2], яке забезпечує підвищення стійкості ножів стружкових верстатів в 1,8...2,0 рази.

Ножі для стружкових верстатів, рубальних машин та фрезування деревини й деревинних матеріалів зміцнюють застосуванням нанопокриттів. Це покриття CVD (Chemical Vapour Deposition) і PVD (Physical Vapour Deposition). Покриття CVD здійснюється при температурі 1000°C, а PVD - 500°C. Для покриття застосовують сполуки CrN-CrCN і TiN-TiAlN. Зміцненими ножами з швидкорізальної сталі фрезували деревинні матеріали OSB і MDF, а ножами з низьколегованої сталі тверду (дуб) і м'яку (сосна) деревину. Виробничі випробування показали, що стійкість ножів збільшується у 2,0...2,5 рази [3]. Цей метод зміцнення може застосовуватись тільки під час промислового виготовлення ножів і потребує застосування складного дороговартісного обладнання.

Для зміцнення ножів з високовуглецевої сталі У8А та низьколегованої сталі 9ХФ застосовували фрикційно-зміцнюючу обробку (оброблення високошвидкісним тертям). За рахунок модифікації поверхневого шару ножа на глибині до 800 мкм з боку передньої поверхні формується зміцнений шар специфічної структури з мікротвердістю до 12 ГПа. Виробничі випробування показали, що під час фрезування соснових заготовок стійкість зміцнених ножів зі сталі У8А аналогічна, як і у ножів з високовуглецевої сталі 85Х6НФТ [4].

Робіт, присвячених застосуванню конструкційних сталей для фрезування деревини на сьогоднішній день не виявлено.

Мета дослідження. Обґрунтування можливості застосування зміцнених високошвидкісним тертям ножів з конструкційних сталей для різання деревини.

Виклад основного матеріалу. Високошвидкісне тертя застосовувалось для зміцнення деталей машин з конструкційної сталі 45 у ферито-перлітному стані з використанням зміцнюючого диска з різних матеріалів [5]. Залежно від матеріалу диска спостерігався різний розподіл мікротвердості по глибині зміцненого шару, який наведено на рис. 1.

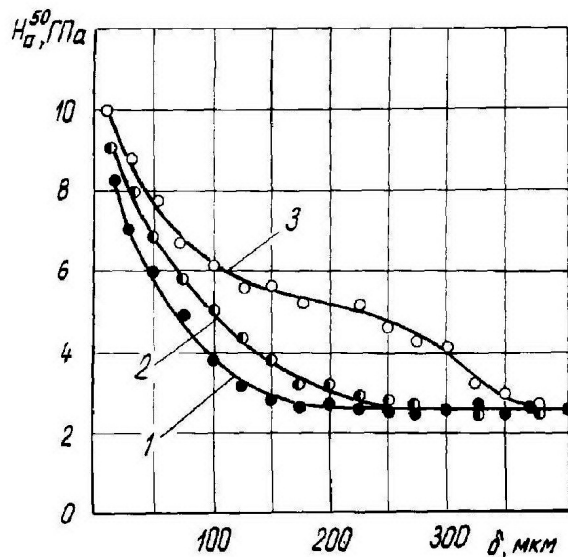


Рис. 1. Розподіл мікротвердості сталі 45 після зміцнення інструментом з різних матеріалів: 1 – сталь 40X; 2 – сталь 12X18H9T; 3 – титановий сплав ВТ6 [5]

Як видно з рис. 1 зміцнюючий диск з титанового сплаву ВТ6 дозволяє отримати зміцнений шар з мікротвердістю 6...10 ГПа товщиною 100 мкм. Величина зерна зміцненого шару коливається в межах 13...18 нм. Дослідно-промислові випробування на зміцнених деталях машин показали підвищення терміну їх експлуатації у 2,0...2,5 рази порівняно із гартованими деталями.

З метою збільшення товщини зміцненого шару застосовувалось зміцнення сталі 45 у феритно-перлітному стані високошвидкісним тертям з попутною подачею заготовки [6]. Дослідження показали, що у зміцненні значну роль відіграє саме напрямок обертання зміцнюючого диска відносно до напрямку подачі. Товщина зміцненого шару на билах стружкових верстатів сягала до 1,3 мм, а мікротвердість була стабільною по глибині шару і складала 10...11 ГПа.

З метою виявлення можливості застосування ножів з конструкційної сталі, зміцнених високошвидкісним тертям, для фрезування деревини нами було проведено попередні дослідження. Для виготовлення ножів використовували сталь 45 у феритно-перлітному стані. Зміцнення ножів здійснювалось з використанням установки [7]. Режими зміцнення: колова швидкість диска з титану ВТ6 – 68 м/с; ширина контакту диска з поверхнею ножа – 10 мм; зусилля притискання диска до поверхні ножа – 850 Н; швидкість подачі – 10 мм/с. Після зміцнення зразки шліфували по площинах та на одній боковій крайці формували кут загострення, який складав $\beta=45^\circ$. Потім перевіряли твердість робочої передньої поверхні ножа на твердомірі ТК-2М. Вона складала 58...62 HRC, що відповідає твердості ножів з високолегованої сталі.

Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару, що замірялась на приладі ПМТ-3, наведено на рис. 2.

Мікротвердість зміцненого шару становить 11...12 ГПа на глибині 0,9 мм від передньої поверхні ножа, що цілком достатньо для формування працездатного леза ножа для фрезування деревини, оскільки з технічної

літератури відомо, що максимальний радіус кривизни затупленого леза складає 20...30 мкм.

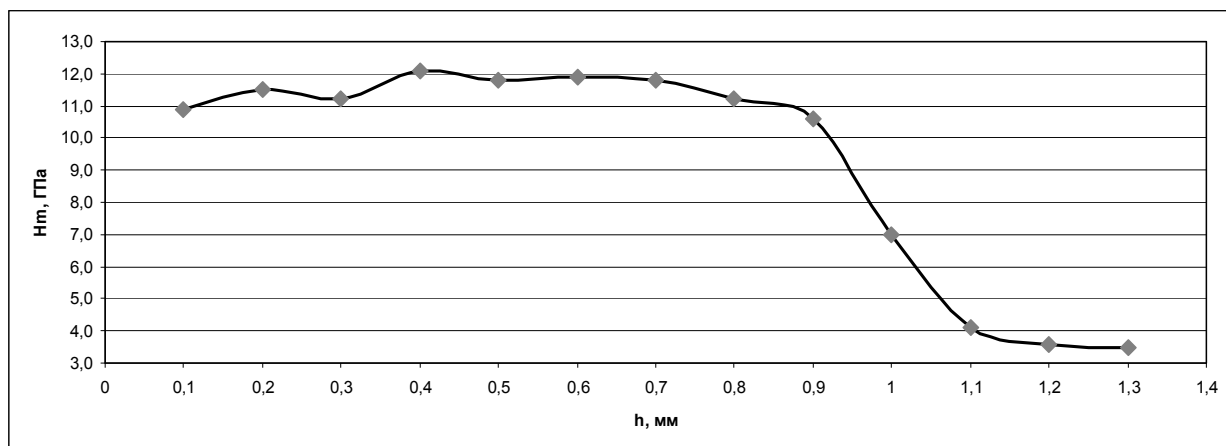


Рис. 2. Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару

Зміцнені і стандартні ножі зі сталі Х6ВФ випробовували на верстаті ФС-1 в лабораторії кафедри деревообробного обладнання та інструментів під час фрезування деревини бука. Швидкість різання складала 40,2 м/с, швидкість подачі 4 м/хв., товщина знятого за один прохід шару 2 мм, вологість заготовок – 14%. Зміцненими ножами зі сталі 45 і ножами зі сталі Х6ВФ було оброблено 680 погонних метрів бука.

Ножі зі сталі Х6ВФ затупились з утворенням радіуса кривизни леза $\rho=35$ мкм і мали лінійне укорочення леза $\Delta\mu=86$ мкм.

Характер спрацювання лез зміцнених ножів мав вигляд, який наведено на рис. 3.

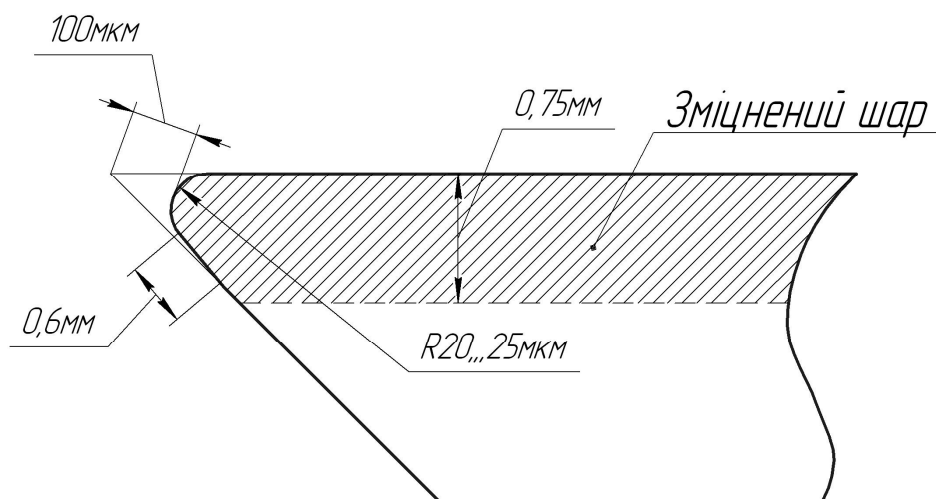


Рис. 3. Мікрогеометрія спрацьованого леза ножа, зміцненого високошвидкісним тертям

Леза зміцнених ножів зі сталі 45 мали радіус кривизни $\rho=20\ldots 25$ мкм, лінійне укорочення $A_\mu=100$ мкм, на задній поверхні ножа була помітна стерта ділянка шириною $0,6\ldots 0,7$ мм. Характерно, що зміна мікрогеометрії леза відбувається у межах зміцненого шару.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування високошвидкісного тертя дає можливість виготовляти з конструкційної сталі 45 ножі для фрезування деревини. Наявність стертої ділянки на задній поверхні зміцнених ножів може свідчити про те, що дослідивши вплив товщини зміцненого шару і кутів загострення ножів на процес фрезування деревини можна сформувати лезо ножа, яке буде працювати в режимі самозагострення.

Список літератури

1. Зотов Г. А., Памфилов Е. А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. Косарев В. К. Повышение стойкости дереворежущих ножей центробежных стружечных станков локальным электроискровым нанесением износостойких покрытий: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – 1984. – 274 с.
3. J. Ratajski, W. Gulbinski, J. Staskiewicz, J. Walkowicz, P. Myslinski, A. Czyzniewski, T. Suszko, A. Gilewicz, B. Warcholinski Hard coating for woodworking tools – a review. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 37(2009)/ - p. 668-674.
4. Волошинський А. А. Повышение стойкости тонких фрезерных ножей из малолегированных инструментальных сталей: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – Львов, 1988. – 180 с.
5. Никофорчин Г. М., Кирилів В. І., Крет А. В., Волошин В. А. Наноструктурне поверхнєве зміцнення конструкційних сталей високошвидкісним тертям.//Наукові нотатки. – Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – 2007. – Випуск 20 (травень 2007). – с. 325-329.
6. Рудь А. Є. Особливості зміцнення високошвидкісним тертям з попутною подачею заготовки.//Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць – Львів, 2009. – Випуск 19.3. – с. 120-125.
7. Кірик М. Д., Рудь А. Є. Установка для поверхневого зміцнення сталевих деталей шляхом оброблення високошвидкісним тертям.//Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць – Львів, 2009. – Випуск 19.4. – с. 86-89.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ДЛЯ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Кирик Н. Д.; Капраль Ю. Р.

Проведен анализ работ, посвященных упрочнению стальных ножей и проведены предварительные исследования износа ножей из конструкционной стали, упрочненных высокоскоростным трением.

Abstract

EXPLANATION OF SUITABILITY OF MANUFACTURING KNIVES MADE OF STRUCTURAL STEEL FOR CUTTING WOOD

Prof Kiryk M. D.; post-graduate Kapral' U. R.

The analysis of works devoted to the strengthening of steel knives and previous studies of wear blades made of structural steel, reinforced high-speed friction is made in the paper.