

**М. Кірик**

Професор, докт. техн. наук

**В. Голубець**

Професор, докт. техн. наук

**Ю. Капраль**

Аспірант

Національний лісотехнічний  
університет України,  
м. Львів

**А. Рудь**

Канд. техн. наук,  
Національний університет  
"Львівська політехніка",  
м. Львів

УДК 621.91:674.056

## **ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЖИМІВ ЗМІЦНЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИМ ТЕРТЯМ НОЖІВ З КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ**

*Встановлено оптимальні режими зміцнення конструкційних сталей методом високошвидкісного тертя. Досліджено фізико-механічні властивості зміцнених шарів на сталях: 09Г2С, Ст3, 45, 65Г.*

**конструкційна сталь, ніж, зміцнення, високошвидкісне тертя**

**Вступ.** У зв'язку з високою вартістю ножів з швидко-різальних і високолегованих інструментальних сталей для різання деревини застосовують низьколеговані сталі зміцнені різними методами [1]. З існуючих методів найбільш технологічним є високошвидкісне тертя, яке дозволяє отримати зміцнені шари, що мають фізико-механічні властивості, що не поступаються властивостям ножів з високолегованих сталей [2]. Попередні дослідження показали, що для різання деревини можна використовувати ножі з конструкційної сталі, які зміцнені високошвидкісним тертям [3]. Для широкого використання ножів з конструкційних сталей потрібно установити режими їх зміцнення.

Дослідження процесу зміцнення високошвидкісним тертям конструкційних сталей проводяться у Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАНУ, Національному університеті "Львівська політехніка" та у Національному лісотехнічному університеті України.

У роботі [4] досліджували процес зміцнення високошвидкісним тертям деталей помп, виготовлених зі сталей

35, 45 і 40Х. Зміцнення проводили на токарному верстаті 1К62 сталевим диском діаметром 250 мм, який обертався з частотою 7000 хв<sup>-1</sup>. Питомий тиск в зоні контакту був 0,56-1,2 ГПа, при цьому подача на врізання становила 0,30-0,35 мм. Зміцнені деталі мали зносостійкість у 2,0...2,5 рази більшу, ніж не зміцнені.

Фрикційне зміцнення застосовували також для підвищення довговічності напрямних технологічного обладнання, виготовлених зі сталі 40Х [5]. Поверхневу обробку проводили на модернізованому плоскошліфувальному верстаті моделі 3722. Лінійна швидкість зміцнюючого диска була 60...65 м/с, подача на врізання 0,35 мм. Товщина зміцненого шару сягала 350...380 мкм, а мікротвердість становила 9,1...9,5 ГПа за твердості основної структури 5,0...5,3 ГПа. Зносостійкість напрямних під час тертя з граничним напруженням збільшилась у 2,5...3,0 рази порівняно з напрямними, виготовленими за заводською технологією.

Вплив кількості вуглецю в сталях на формування поверхневого шару при фрикційному зміцненні наведено

в [6]. Дослідження проводили на сталях 20, 45, 65Г, У8А. Установлено, що зі збільшенням кількості вуглецю мікротвердість і товщина зміцненого шару збільшувалась, але, відповідно, не перевищувала 9,1 ГПа та 350 мкм.

Метою дослідження є установлення режимів зміцнення високошвидкісним тертям ножів з конструкційних сталей, які забезпечать товщину зміцненого шару не менше 800 мкм та мікротвердість більше 9 ГПа.

**Результати дослідження.** Отримати зміцнений шар з характеристиками, які наведено у меті статті із застосуванням подачі зміцнюючого диска на врізання не можливо. Тому дослідження режимів зміцнення високошвидкісним тертям проводили на установці, розробленій на кафедрі деревообробного обладнання та інструментів Національного лісотехнічного університету України [7]. Спосіб зміцнення на цій установці захищено деклараційним патентом [8].

Дослідження проводились на зразках зі сталей: 09Г2С, Ст3, 45, 65Г. Зразки мали довжину 45 мм, ширину 25 мм і товщину 4 мм. Під час зміцнення зразки встановлювали на магнітну плиту. Зміцнення проводили по одному сліду титановим диском шириною робочої зони на периферії диска 8 мм. Усі зразки оброблялися на таких режимах: лінійна швидкість зміцнюючого диска  $V=68$  м/с; сила притискування диска до поверхні, що обробляється  $P=300$ ; 500; 800; 1000 Н; швидкість подачі зразка  $V_s=0,25$ ; 0,5; 0,75; 1,0 м/хв.

Мікротвердість і товщину зміцненого шару досліджували на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні на індентор 2Н. На зразках зі сталі 09Г2С отримали зміцнений шар з максимальною мікротвердістю 8,4 ГПа та товщиною 150 мкм обробляючи їх зі швидкістю подачі  $V_s=1,0$  м/хв. Сила притискування диска була 500Н.

На зразках зі сталі 3 отримали зміцнений шар товщиною до 450 мкм і мікротвердістю 8...9 ГПа (рис.1) обробляючи їх на таких режимах:  $P=300$  Н,  $V_s=1$  м/хв;  $P=500$  Н,  $V_s=0,75$  м/хв;  $P=800$  Н,  $V_s=0,75$  м/хв.

Таку низьку товщину зміцненого шару на цих сталях можна пояснити малим вмістом у їх складі вуглецю (до 0,12% у сталі 09Г2С і від 0,14 до 0,22% у сталі 3). Також ці сталі мають високу температуру критичної точки  $A_{c3}$ . Для сталі 09Г2С - 860 °С, а для сталі 3 - 850°С.

Для отримання зміцненого шару необхідних характеристик (товщина не менше 800 мкм і мікротвердість більше 9 ГПа) на сталі 45 швидкість подачі має бути: 0,25...0,5 м/хв. при зусиллі притискування диска 500 Н; 0,25 м/хв. при зусиллі притискування 800 Н; 0,25...0,75 м/хв при зусиллі притискування 1000 Н. Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару на сталі 45 наведено на рис. 2

На сталі 65Г шар необхідних характеристик можна отримати на швидкостях подачі 0,25...0,5 м/хв при зусиллі притискування диска 500 Н і на швидкостях подачі 0,25...1,0 м/хв при зусиллях притискування 800...1000 Н, як показано на рис. 3.

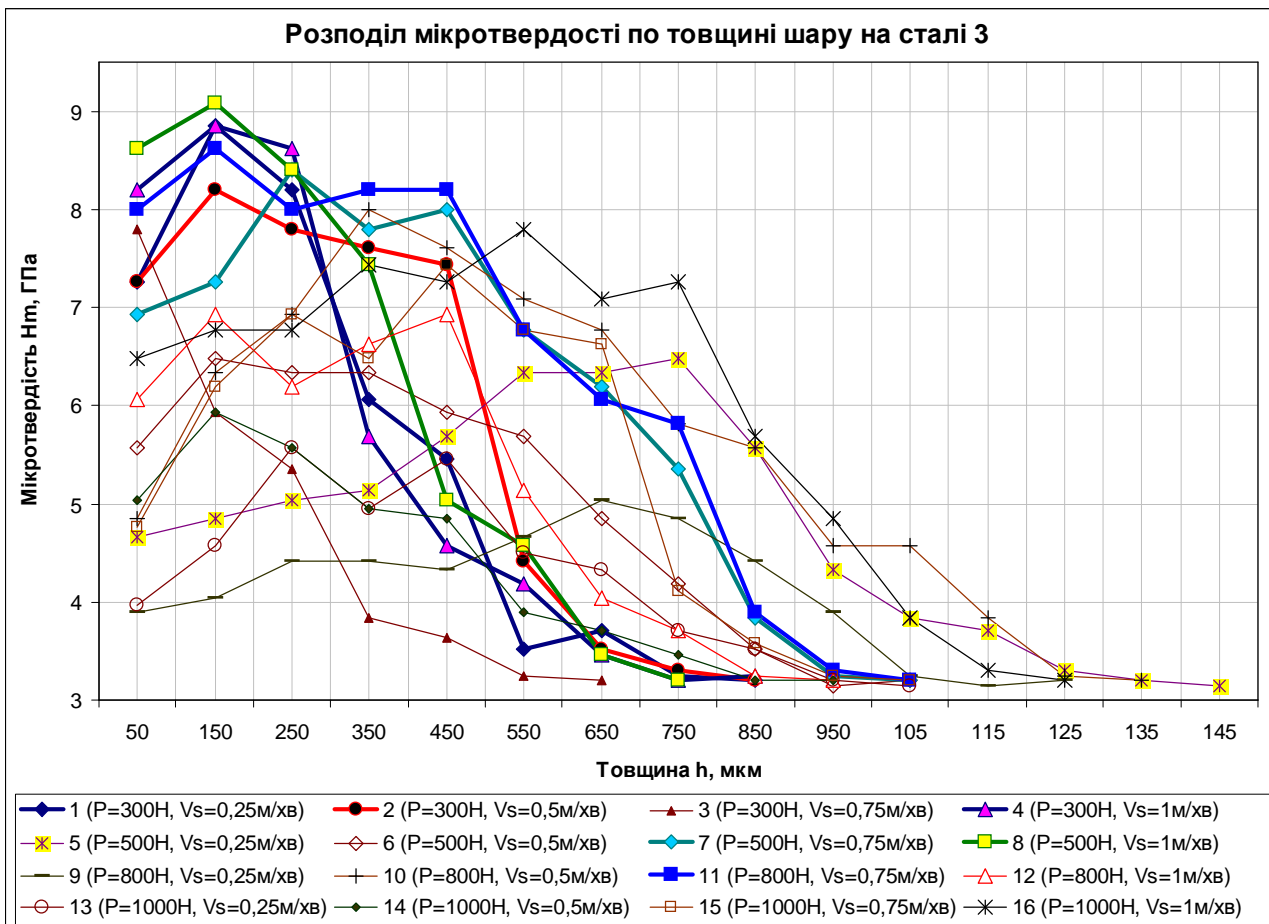


Рис. 1. Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару на сталі 3

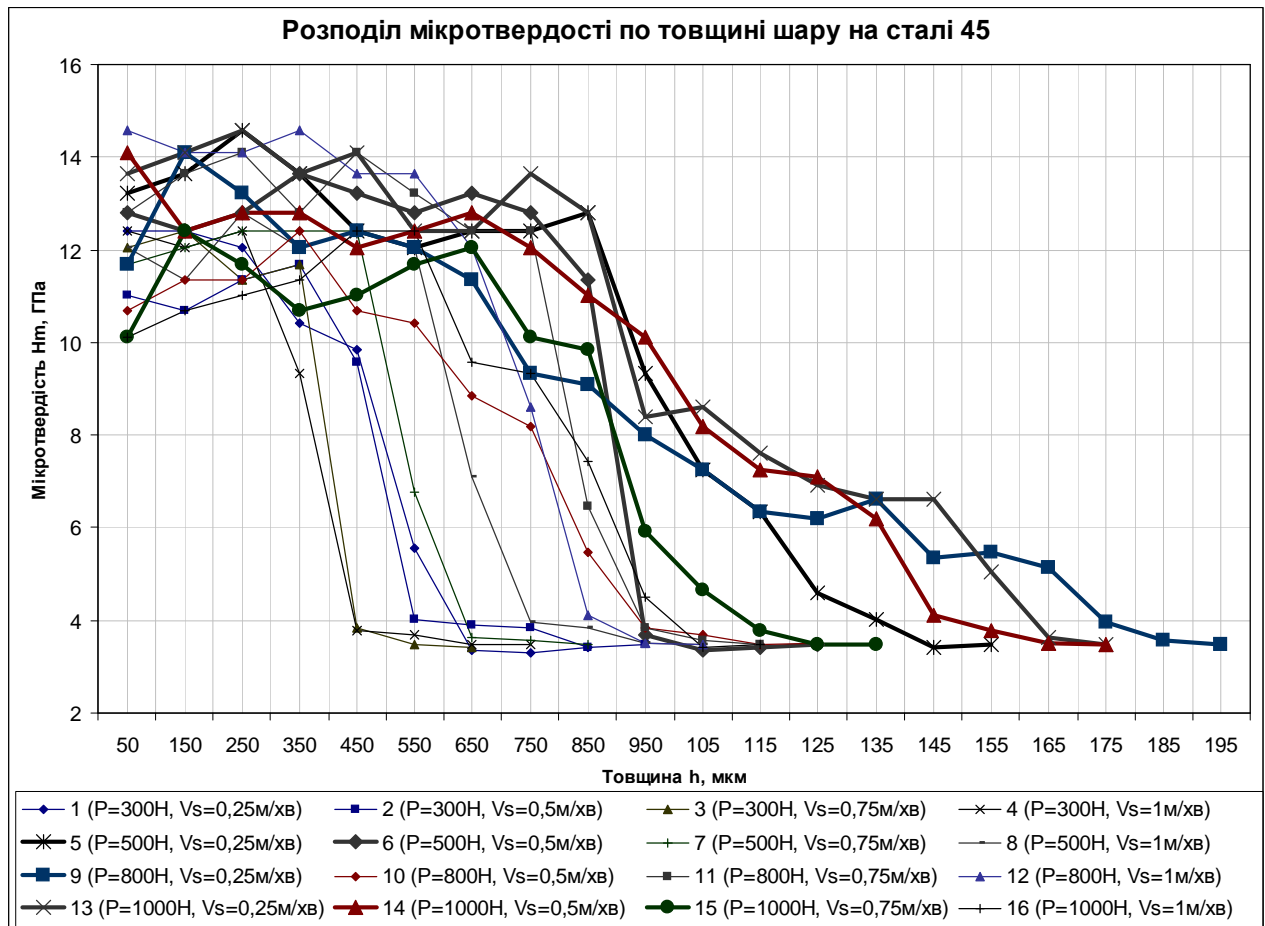


Рис. 2. Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару на сталі 45

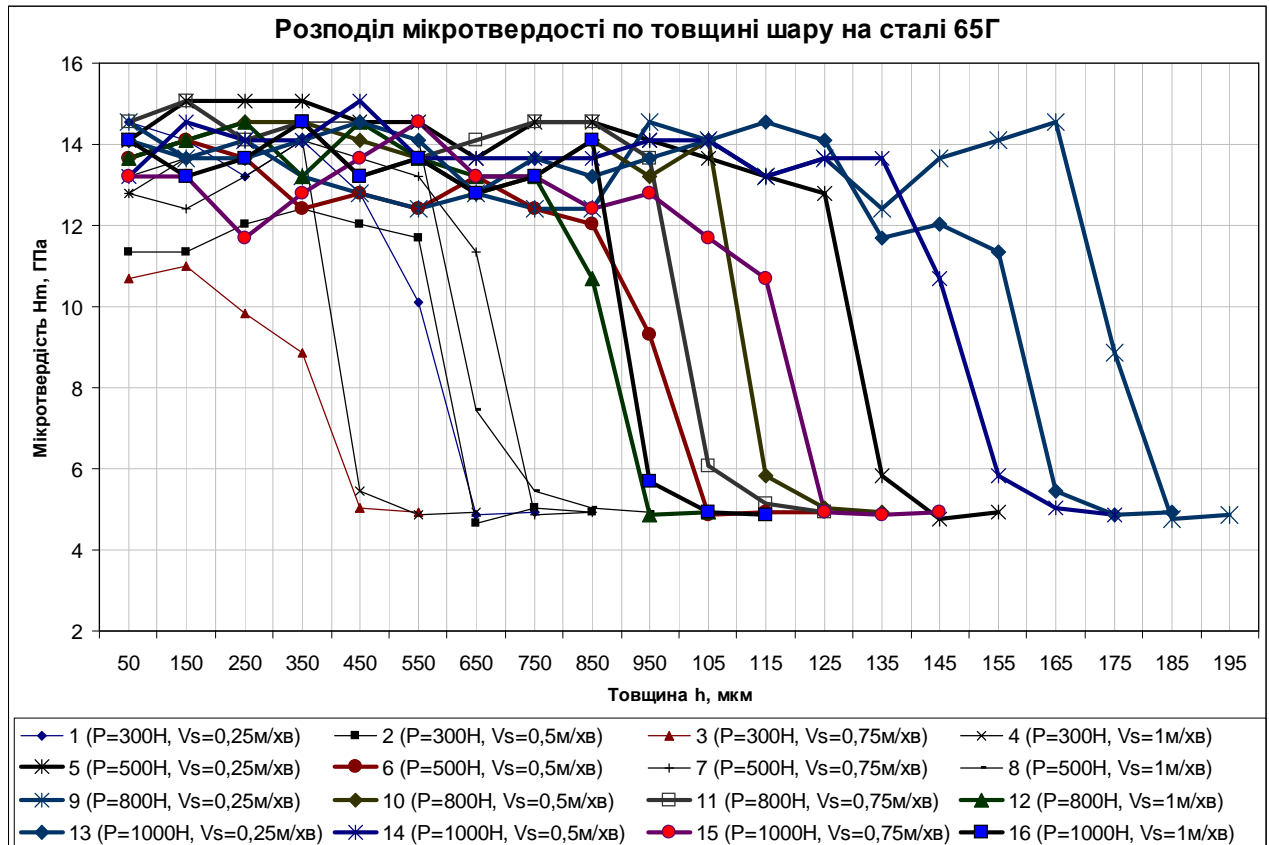


Рис. 3. Розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару на сталі 65Г

Як видно з рис. 1 - рис. 3 зі збільшенням кількості вуглецю у складі сталі товщина зміцненого шару збільшується від 150 мкм до 1750 мкм. Також змінюється характер переходу від високої мікротвердості до основи зразка. У сталях з меншим вмістом вуглецю цей перехід є плавним, а у сталі 65Г на всіх режимах зміцнення спостерігається різкий перехід. Отже, чим більший вміст вуглецю в конструкційній сталі, тим кращі показники мікротвердості та товщини зміцненого шару, що добре узгоджується з [6].

**Висновки.** Дослідження показали, що для виготовлення ножів для різання деревини можна рекомендувати конструкційні сталі з вмістом вуглецю 0,45 і більше відсотків. Зміцнення цих сталей високошвидкісним тертям потрібно проводити на швидкостях подачі 0,25...1,0 м/хв з зусиллям притискання зміцнюючого диска 500...1000 Н.

### Література

1. Зотов А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента / Г. А. Зотов, Е. А. Памфилов. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. Волошинський А. Повышение стойкости тонких фрезерных ножей из малолегированных инструментальных сталей: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. / Волошинський Александр Александрович. – Львов, 1988. – 180 с.
3. Кірик М. Обґрунтування доцільності виготовлення ножів з конструкційної сталі для різання деревини // Збірник наукових праць / М. Д. Кірик, Ю. Р. Капраль. – Вісник харківського НТУ ім. Петра Василенка. – Х., 2012. Випуск 123 – С. 3-8.
4. Кирилів В. Зміцнення деталей pomp методами інтенсивної пластичної деформації / Кирилів В. І., Кирилів Я.

Б., Сидор П. Я. – Луцький національний технічний університет // Наукові нотатки. - 2009. - Випуск 25, том 2. с. 109-113.

5. Гурей І. Підвищення довговічності напрямних технологічного обладнання фрикційним зміцненням // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Сер. Оптимізація виробничих процесів і технологічний контроль у машинобудуванні / Гурей І. В., Гурей Т. А. – Львів, 2011, №702. с. 19-24.

6. Гурей І. Вплив кількості вуглецю в сталях на формування поверхневого шару при фрикційному зміцненні // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Серія “Оптимізація виробничих процесів і технологічний контроль у машинобудуванні” / Гурей І. В., Гурей Т. А. – Львів, 2011, №713. с. 7-11.

7. Кірик М. Установка для поверхностного зміцнення сталевих деталей шляхом оброблення високошвидкісним тертям // Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць / Кірик М. Д., Рудь А. Є.. – Львів, 2009. – Випуск 19.4. – с. 86-89.

8. Декл. пат. на кор.. модель 45685 Україна, МПК В23В 17/00 В24В 39/00. Спосіб фрикційного зміцнення / Кірик М.Д., Рудь А.Є.; заявник та власник патенту НЛТУ України - № 20040403029; заявл. 05.05.2009; опубл. 25.11.2009, Бюл. № 22.

Отримана 05.07.12

*M. Kyrk<sup>1</sup>, V. Holubets<sup>1</sup>, U. Kapral<sup>1</sup>, A. Rud<sup>2</sup>*  
**Setting mode for strengthening knives by high speed friction for cutting wood made of structural steel**

<sup>1</sup>National wood University, Lviv;

<sup>2</sup>National University “Lvivska Politechnika”, Lviv

*The optimum regimes for hardening structural steel by high speed friction is made in the paper. The physico-mechanical properties of hardened layers are investigated. The experiments carried out on steels: 09Г2С, St3, 45, 65Г, У8А.*

---

### Інформація

## 14TH EUROPEAN TURBULENCE CONFERENCE [ETC14]

2 September 2013 – 4 September 2013, Lyon, France

### The principal topics

Acoustics of turbulent flows  
MHD turbulence  
Atmospheric turbulence  
Reacting and compressible turbulence  
Control of turbulent flows  
Transport and mixing  
Geophysical and astrophysical turbulence  
Turbulence in multiphase and non-Newtonian flows

Instability and transition  
Vortex dynamics and structure formation  
Intermittency and scaling  
Wall bounded flows  
Large eddy simulation and related techniques  
Turbulent combustion  
Lagrangian aspects of turbulence  
Turbulence in superfluids

### Contact

Email: [etc14@ens-lyon.fr](mailto:etc14@ens-lyon.fr)