

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ВИРОБІВ ІЗ СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРТЯ

Волков О.О., старший викладач, НТУ «ХП»

Анотація. В роботі виконано науково обгрунтована розробка технологічного комплексу обробки сталі з використанням методу термофрикційного зміцнення, що дозволило забезпечити істотне підвищення її поверхневої твердості і зносостійкості в 2-3 рази. Експериментальні дослідження проводили на основі детального вивчення впливу на кінцеві характеристики сталі зовнішніх і внутрішніх факторів при їх комплексній обробці. Поверхнєве зміцнення досягається формуванням «білого шару», що підтверджено виміром мікротвердості.

Ключові слова: термофрикційне оброблення (ТФО), термофрикційне зміцнення (ТФЗ), напружений стан, «білий шар», «деформований зернистий мартенсит», ϵ -карбід, наноструктура.

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕНИЯ

Волков О.А., старший преподаватель, НТУ «ХПИ»

Аннотация. В работе выполнена научно обоснованная разработка технологического комплекса обработки стали с использованием метода термофрикционного упрочнения, что позволило обеспечить существенное повышение их поверхностной твердости и износостойкости в 2–3 раза.

Экспериментальные исследования проводили на основе детального изучения влияния на конечные характеристики стали внешних и внутренних факторов при их комплексной обработке. Поверхностное упрочнение достигается формированием «белого слоя», что подтверждено измерением микротвердости.

Ключевые слова: термофрикционная обработка (ТФО), термофрикционное упрочнение (ТФУ), напряженное состояние, «белый слой», «деформированный зернистый мартенсит», ϵ -карбид, наноструктура.

THE ALTERNATIVE SURFACE HARDENING OF STEEL PRODUCTS BY USING FRICTION

Volkov O.A., Senior Lecturer, NTU «KhPI»

Abstract. In this paper, a scientifically based development of a technological complex for processing steel using the method of thermofriction hardening was carried out, which made it possible to provide a significant increase in their surface hardness and wear resistance by 2-3 times.

Experimental studies were carried out on the basis of a detailed study of the influence of external and internal factors on the final characteristics of steel during their processing. To ensure effective hardening of the samples, the conditions of the tfz process were optimized. The surface hardening is achieved by forming a "white layer", which is confirmed by measuring the microhardness. It is shown that the deformation mechanism of hardening during short-term heating of the hardened surface is the predominant mechanism in tfz. During hardening, a "deformed granular martensite" structure is formed with the inclusion of the ϵ -carbide phase, the hardness of which is more than twice the hardness of the martensite structure formed during the classical hardening of these steels, and can be considered as a type of nanostructure.

Key words: thermofriction processing (TFP), thermofriction hardening (TFH), stress state, «white layer», «deformed granular martensite», ϵ -carbide, nanostructure.

Вступ

Завдання поверхневого зміцнення матеріалів є важливим напрямком в науці та промисловості. Адже поверхнєве зміцнення в ресурсозберігаючий спосіб набуває сьогодні значної актуальності.

Технологія термофрикційного зміцнення (ТФЗ) відповідає цим вимогам у зв'язку з чим обрана в якості методу зміцнення в рамках цього дослідження.

Аналіз публікацій

Тертя, як джерело енергії при обробленні поверхні металевим диском, дозволяє досягати швидкого розігрівання поверхневих шарів виробів при їх термофрикційному зміцненні ТФЗ, з використанням термофрикційного оброблення (ТФО). Слід зауважити, що в умовах ТФЗ відбувається складний вплив на об'єкт, що оброблюється, який включає термічну, деформаційну, формоутворюючу та інші складові [1, 2, 3]. Важливим аспектом цього процесу є швидкість протікання ТФЗ, що вносить певні корективи та вигідно відрізняє даний метод від багатьох стандартних способів термічного та механічного зміцнення поверхонь [4]. Також запропонована технологія, яка передбачає використання стандартного плоскошліфувального обладнання без будь-якої модернізації з використанням металевого інструмента-диска, який створюється спеціально для такого обладнання з урахуванням його конструкційних особливостей замість стандартних абразивних кругів [5].

Мета статті

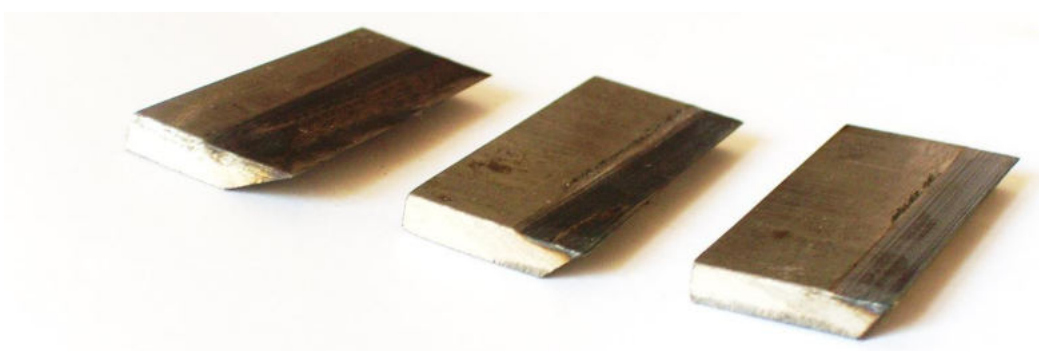
Мета - дослідження особливостей альтернативного поверхневого зміцнення з використанням тертя виробів з робочою частиною у формі клина.

Основний матеріал дослідження

В даному дослідженні вивчали зразки інструмента, який зазнає суттєвого зношення в процесі роботи та який було зміцнено з використанням технології ТФЗ. Основна ідея досліджень полягала у порівнянні роботоздатності такого інструмента після його зміцнення в стандартний спосіб – шляхом термічного оброблення та після комбінованого оброблення, яке включає ТФЗ.

Отримані результати, щодо роботоздатності інструменту, виготовленого із сталі марки «Сталь 50», яка не є інструментальною, показали суттєве її підвищення в інтервалі від 110 до 205 %, яке залежить від умов зміцнення та умов роботи. Таке прирощення робочого ресурсу перевищує навіть роботоздатність подібного інструмента, виготовленого з більш дорогих – інструментальних сталей.

Макроструктура даних зразків після ТФЗ представлена на рис. 1, а основні результати зміцнення – в табл. 1.



х 2

Рисунок 1 - Зразки у вигляді деревообробних ножів із сталі 50 з кутом загострення 30°, 45°, 60° після ТФЗ

Також важливо відзначити, що отримані зміцнені поверхневі шари відрізняються за конфігурацією залежно від кута загострення зразків. Це помітно навіть візуально на утворених в поперечному перерізі зразків зонах термічного впливу від ТФЗ. При цьому мікроструктура основного тіла ножа має голчасту форму, і відповідає мартенситу відпускання, утворення якого викликано попереднім термічним обробленням, а саме гартуванням з низьким відпусканням. Так, в процесі даного дослідження було виявлено, що зміцнений поверхневий шар утворюється не по всій ширині дотику зміцнювального диска з поверхнею клина ножа, а тільки в її частині. Тому виникає необхідність порівня-

льної оцінки впливу кута загострення ножів на характеристики їх зміцнення.

З таблиці 1 видно, що найкращі результати зміцнення (мікротвердість – 12 870 МПа, глибина зміцнення – 300 мкм на відстані від краю – 200 мкм) досягнуті у зразку з кутом загострення 60°. Мінімальний ефект зміцнення спостерігається у зразку з кутом загострення 30°. Це можна пояснити тим, що даний зразок під час ТФЗ зазнає вищого рівня пружної деформації, яка пом'якшує режим ТФЗ.

Таблиця 1 – Основні характеристики зміцнення деревообробних ножів із сталі 50 після їх ТФЗ

Режим ТФЗ	Кут загострення ножів, °	Мікротвердість, МПа			Глибина зміцнення, мкм	Відстань від краю до зміцненого шару, мкм
		Зона зміцнення	Зона знезміцнення	Зона основного металу		
Швидкість подачі S = 30 мм/с Глибина різання t = 0,5 мм	30	11140	4500	5500	150	650
	45	11660	4200	5500	250	300
	60	12870	4000	5500	300	200

У зв'язку з цим знижується і ступінь розігрівання поверхні клину, і ступінь її пластичного деформування. Даний фактор сприяє зміцненню області формування «білого поверхневого шару» в бік від різального краю ножів на різну відстань зворотньо пропорційно куту їх загострення. Тобто, зі зменшенням кута загострення ножа збільшується відстань від різального краю до шару зміцнення та зменшується глибина і рівень зміцнення.

Висновки

1. Досліджено та підтверджено експериментальним шляхом можливість термофрикційного зміцнення виробів із сталі з формою робочою частини у вигляді клина.
2. Встановлений зв'язок між кутом загострення подібних виробів та особливостями їх зміцнення. При цьому виявлено, що на малих кутах загострення спостерігається більш інтенсивне пружне деформування внаслідок чого ефективність зміцнення при ТФЗ знижується.
3. У всіх зразках доведено зміцнення поверхні, з підвищенням роботоzдатності в інтервалі від 110 до 205 %.

Література

1. Сизый Ю.А., Погребной Н.А., Волков О.А. Упрочение поверхности из стали 15X11МФ при помощи термофрикционной обработки. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства «Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Фізичні та комп'ютерні технології»*. Харків, 2002. Вип. 10. С. 44–48.
2. Сизый Ю.А., Погребной Н.А., Волков О.А. Температурное поле на входе и выходе с поверхности упрочняемой трением. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства «Підвищення надійності відновлюємих деталей машин»*. Харків, 2003. Вип. 18. С. 84–93.
3. Волков О.А. Исследование влияния ТФО на напряженное состояние в стали 15X11МФ. *Вестник национального технического университета «ХПИ»* : сб. науч. тр. : темат. вып. / Харьковский политехнический ин-т, нац. техн. ун-т. Вып. 12 : Технологии в машиностроении / Харьков : НТУ «ХПИ», 2005. С. 84–88.
4. Volkov O.A. Study of heat deformation influence in surface strain hardening of steel by thermofriction processing. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2016. Vol. 2. № 5 (80). P. 38–44.
5. Спосіб зміцнення поверхні. Патент № 90192 У Україна: МПК С2 UA. Волков О.О. а200808153; заявл. 17.06.2008; опубл. 12.04.2010. Бюл. №7.