

## АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗМІЦНЕННЯ ЮВЕЛІРНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕРХНЕВОГО ЛОКАЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Волков О.О., к.т.н., доцент, Князєв С.А.,  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна  
Васильченко О.В., к.т.н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна  
Доронін Є.В., к.т.н., доцент,  
Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця, Україна

Продуктивність роботи ювелірного інструменту переважно залежить від його здатності зберігати впродовж достатнього часу різальні або інші експлуатаційні властивості.

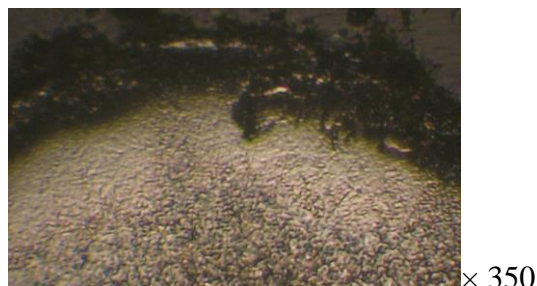
Зміцнення поверхні виробів із сталей з використанням різних методів оброблення використовується вже багато десятиріч. Однак сьогодні все більшої актуальності набувають нестандартні підходи до зміцнення матеріалів з використанням деформації, тертя [1] або хіміко-термічного оброблення [2–6] та інше особливо якщо це не потребує значних економічних витрат.

Одним з ефективних процесів хіміко-термічного оброблення є борування. Борування – насичення поверхні металів і сплавів бором з метою підвищення твердості та зносостійкості, а також корозійної стійкості, яке проводиться переважно на сталях перлітного, феритного і аустенітного класів, нікелевих сплавах та тугоплавких металах.

Формування борованого шару підпорядковується загальним законам утворення багатофазного дифузійного шару. Необхідною умовою формування дифузійного шару є наявність активного атомарного бору у поверхні, яка насичується. Крім того, температура і тривалість витримання в середовищі, що насичується, повинні забезпечити протікання дифузії атомарного бору в сталі з утворенням хімічних сполук – боридів заліза. Дифузія бору спочатку відбувається в  $\alpha$ - або  $\gamma$ -фазі, а потім утворюється  $\varepsilon$ -фаза (борид  $\text{Fe}_2\text{B}$ ), після чого може утворитися борид  $\text{FeB}$ . Виникнення зародків боридної фази стає можливим тільки після досягнення границі насичення  $\alpha$ - або  $\gamma$ -твердого розчину. Утворені бориди заліза надають поверхні дуже високу твердість (до HV 2000). Найважливіша властивість борованого шару – збереження високої твердості при нагріванні до температури 800 °С. Глибина борованого шару як правило не перевищує 0,15 мм.

Як показали металографічні дослідження перерізу зразка корневертки, на якому поводитися локальне СВЧ гартування з боруванням, має місце формування поверхневого шару із зміненою структурою. При аналізі зміни мікротвердості по перерізу даного зразка встановлено, що мікротвердість збільшується від серцевини до поверхні (рис. 1, а). Тому на підставі цих даних можна умовно розділити поверхневий шар на дві характерні зони. Перша – поверхнева зона ( $L_1$ ), візуально проявляється у вигляді білої смуги, товщиною до 30 мкм. Мікротвердість цієї зони досягає 8570–9000 МПа. Вона утворилася внаслідок проникнення з обмазки для борування атомів бору, які утворили твердий розчин бору в залізі та бориди  $\text{Fe}_2\text{B}$ .

Під нею знаходиться друга зона ( $L_2$ ) товщиною 60 мкм, яка утворилася внаслідок загартування СВЧ цього шару та деякого проникнення туди боридів  $Fe_2B$ . Мікротвердість цієї зони досягає 6 800–7 060 МПа.



**Рис. 1.** Структура носова частина зразка – корневертки, після локального СВЧ гартування з боруванням

За допомогою наведених результатів, доведено та продемонстровано ефективність різних технологічних підходів для поверхневого зміцнення, що актуально, наприклад, для ювелірного інструменту з різним профілем поверхні.

Дане дослідження показало можливість отримання в локальних областях дослідних об'єктів зміцненого шару з високим рівнем фізико-механічних властивостей, що звісно, може забезпечити підвищення довговічності та зносостійкості ювелірного або іншого інструменту.

Отримані результати з використання нетипових методів для поверхневого зміцнення ювелірного інструменту, таких як: локальне СВЧ гартування з боруванням, додаткове навуглецьовування з гартуванням, а також ТФЗ, підтвердили їх високу ефективність. Науково показано можливість відновлення робочої частини ювелірного інструменту з різним профілем поверхні, після його попереднього зношування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Joseph R. Surface Hardening of Steels: Understanding the Basics. Publisher: ASM International, 2002, 364 p.
3. Kulka M. Current Trends in Boriding . Techniques. Springer, Cham. 2019, 282 p.
4. Yunus S., Alias S., Wong F., Rashid A. & Abdullah N. Effect of boronizing medium on dispersion layer of austenitic stainless steel. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2015, № 10 (17), P. 7821–7824.
5. Mikołajczak D., Kulka M., Makuch N., Dziarski P. Laser borided composite layer produced on austenitic 316L steel. Arch. Mech. Tech. Mater. 2016, № 36, P. 35–39.
6. Knyazev S.A. Features of structure formation of surface layers with high content of boron on steel 15X11MФ in the conditions of furnace and induction heating . Ceramics: Science and Life, 2020, № 2 (47), P. 26–30.