

- [4] Саввова О.В. Інноваційні напрямки розробки високоміцних прозорих склокристалічних матеріалів захисної дії / О.В. Саввова, О.В. Бабіч, В.Л. Топчий, С.О. Рябінін / Наука і оборона. – №3/4. –2017. – С. 73 –78.
- [5] Savvova O. High-strength spodumene glass-ceramic materials / O. Savvova, O. Babich, G. Voronov, S. Ryabinin // Strength of materials, Vol. 49, № 3 (2017). – P. 479 – 486.
- [6] Savvova O. High-strength spodumene glass-ceramic materials / O. Savvova, O. Babich, G. Voronov, S. Ryabinin // Strength of materials, Vol. 49, № 3 (2017). – P. 488 – 495.

УДК 621.729.92

ВПЛИВ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО АЗОТУВАННЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПОРОШКОВОЇ СТАЛІ К390

THE EFFECT OF IONE-PLASMA NITRIDING ON WEAR RESISTANCE OF A POWDER STEEL OF K390 GRADE

*докт. техн. наук В.Г. Єфременко¹, Ph.D. И. Петришинец²,
канд. техн. наук Ю.Г. Чабак¹, канд. техн. наук Б.В. Єфременко¹*
¹«Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь, Україна)
²«Інститут матеріалознавства АН Словаччини» (м. Кошице, Словаччина)

Efremenko V.G.¹, Petryshynets I.², Chabak Yu.G.¹, Efremenko B.V.¹
¹«Pryazovskyi State Technical University» (Mariupol, Ukraine)
²«Institute of Materials Research of Slovak Academy of Science» (Kosice, Slovakia)

Порошкова сталь «K390 Microclean» виробництва «Buhler» (хімічний склад: 2,3 % С; 0,5 % Si; 4 % Cr; 1,8 % Mo; 8-9 % V; 0,8-1,0 % W; 1-1,5 % Co) використовується для виготовлення важконавантаженого штампового та ріжучого інструмента. В роботі вивчали можливість додаткового підвищення експлуатаційної довговічності сталі за рахунок структурно-хімічної модифікації її поверхневих шарів. Для цього використали азотування в «тліючому» розряді за режимом: температура нагріву – 500-520 °С, тривалість – 22 год; газове середовище: суміш 40 % N₂ та 60 % Ar; витрата газу – 0,56 л/хв; напруга – 350 В; сила струму – 3 А. Для азотування використали зразки сталі К390 в стані постачання (твердість сталі – 250 HV₂₀); їх структура складалась із зернистих карбідів МС та М₇С₃, розподілених у феритній матриці. На рисунку 1 представлено зображення азотованого шару, що виник в результаті проведеної обробки.

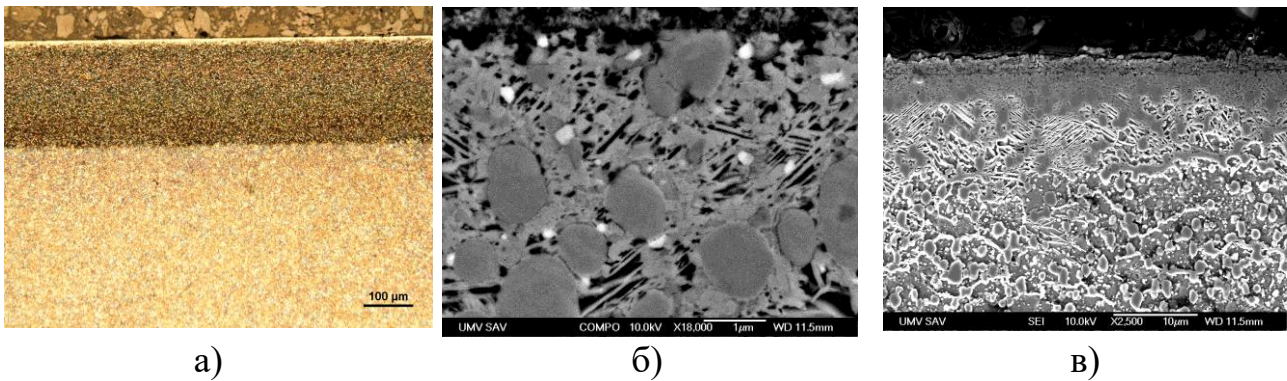


Рис. 1. Мікроструктура сталі К390 після іонного азотування: азотований шар (а, б), зона голчастих нітридів (б)

Загальна товщина азотованого шару становила 215-220 мкм (рис. 1,а). У самій поверхні, на глибину до 15 мкм, структура шару складалась із вихідних зернистих карбідів, проміжки між якими були зайняті щільно розташованими голчастими включеннями нітридів (рис. 1,б). На більшій відстані від поверхні голчасті включення змінюються на сітку нітридів по границях зерен (рис. 1,в). Твердість азотованого шару складала 730-880 HV_{20} , тобто відбулось її 3-3,5-кратне підвищення відносно вихідного стану.

Азотована сталь К390 була піддана випробуванням на зношування сухим тертям за схемою «Ball-on Disc» на трибометрі «CSM Instruments» за наступних параметрів: контр-тіло – кулька SiC діаметром 6 мм; нормальний тиск – 10 Н; швидкість ковзання – 0,1 см/с; шлях тертя – 600 м; радіус доріжки тертя – 3,0 мм. В якості еталону випробували сталь К390 у вихідному (до азотування) стані. На рис. 2 зображено доріжки тертя на поверхні вихідного та азотованого зразків. Їх середня ширина становила 640 мкм та 414 мкм, а об'ємний знос – 0,114 $мм^3$ та 0,031 $мм^3$, відповідно. Таким чином, азотований зразок показав 3,7-кратну перевагу в зносостійкості перед необробленим зразком. Коефіцієнт тертя (μ) вихідного зразка коливався в межах 0,105-0,694 (середнє значення – $0,446 \pm 0,071$); для азотованого зразка він дещо зменшився: коливання μ становили 0,108-0,477, середнє значення – $0,332 \pm 0,041$.

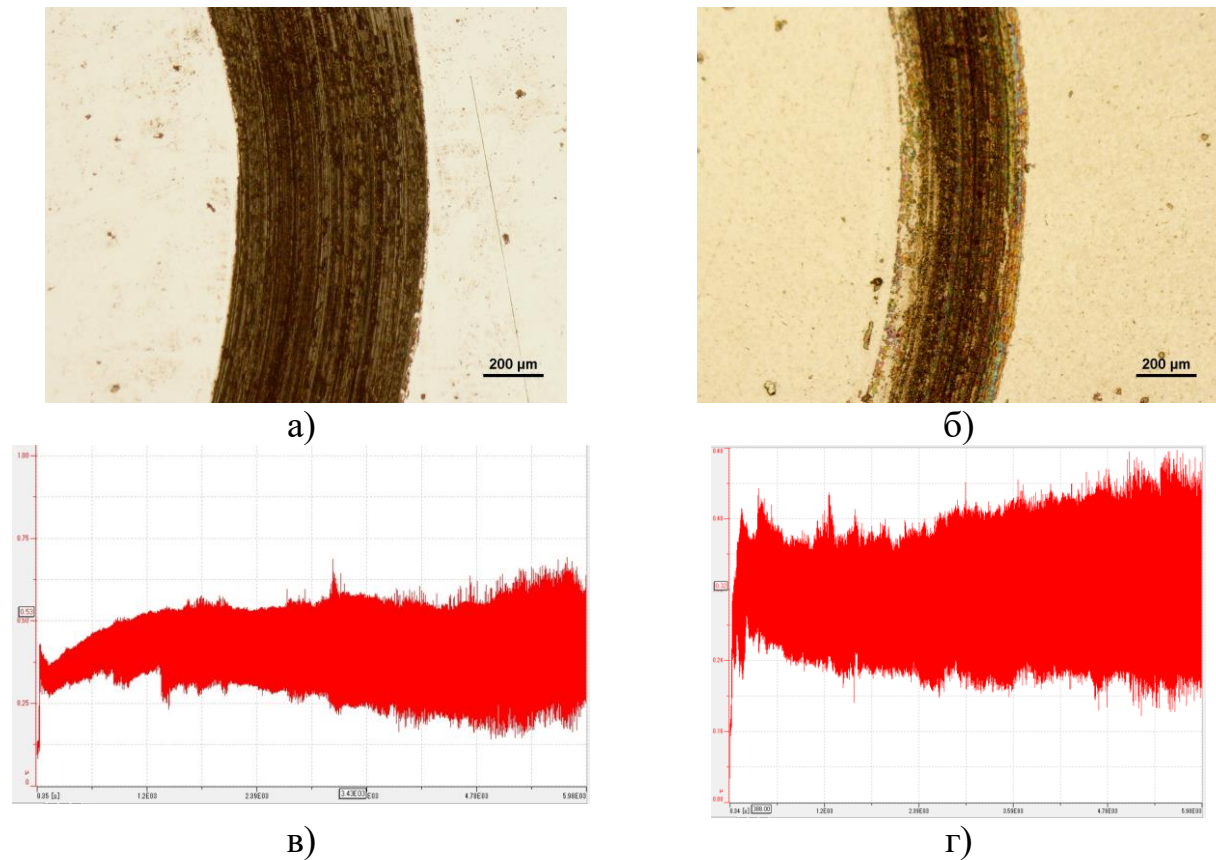


Рис. 2. Доріжки тертя (а, б) та зміна коефіцієнту тертя (в, г) при випробуваннях сталі К390 (а, в – вихідний стан; б, г – після азотування)

Отримані результати показали перспективність іонно-плазмового азотування сталі К390 з точки зору підвищення довговічності штампового інструменту в умовах холодної деформації листового металу.

Дослідження виконані в рамках українсько-словацького наукового проекту (№ 0123U103142).