

В. В. КУЗЬМЕНКО, здобувач, Д. Ю. КРАВЦОВА, канд. фіз.-мат. наук, ст. викладач,  
У. І. ЗЮГАН, асистентка  
Криворізький національний університет

## ВПЛИВ КРІОГЕННОЇ ОБРОБКИ НА РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

На даний момент різання металу є невід'ємною частиною обробної промисловості. Промислові підприємства завжди прагнуть знизити собівартість кінцевого продукту. Тому різальний інструмент повинен мати якомога більший термін служби, для цього зазвичай інструмент піддають поверхневій обробці або термообробці (ТО). У даному дослідженні було розглянуто і проаналізовано роботи авторів з криогенної обробки інструментальних матеріалів.

Криогенна обробка здійснюється для збільшення терміну служби інструменту через мікроструктурні зміни під час ТО. Авторами у роботі [1] виявлено, що залишковий аустеніт перетворюється на мартенсит і виділяються дрібні карбіди, що поліпшує механічні і трибологічні властивості, корозійну стійкість і теплопровідність інструментальної сталі. У роботі [2] зазначено, що охолодження до температури 173 К швидкоріжучої сталі P18 після загартування призводить до перетворення 83% аустеніту в мартенсит, що сприяє підвищенню її твердості на 13 HRC. Стійкість фрез із цієї сталі після обробки холодом при фрезеруванні деталей з аустенітних сталей вища за стійкість необроблених фрез на 46%.

Автори роботи [3] розглядають інструменти, виготовлені з різних інструментальних матеріалів. Більшість досліджень показують, що криогенна ТО покращує зношуваність інструментів з карбіду вольфраму, особливо при низьких температурах і нетривалих робочих циклах. Таке покращення пояснюється утворенням нових  $\eta$ -карбідів під час криогенної обробки. Новоутворені карбіди демонструють більш рівномірний розподіл і значно підвищують зносостійкість. Ця фаза заповнює порожнечі у структурі і, отже, створює більш однорідну структуру з більш щільним розподілом частинок. Крім того, щільна структура призводить до більшого термічного коефіцієнта, що збільшує термін служби інструменту завдяки вищому термічному опору. Деякі дослідження також показують, що спостерігається релаксація напруги в інструментах із криогенно обробленого карбіду вольфраму, що збільшує його термін служби.

У роботі [4] виявили, що криогенна обробка підвищує теплопровідність за рахунок збільшення розміру частинок карбіду цементиту. Збільшення розміру частинок сприяє зближенню карбідних частинок і підвищує теплопровідність карбідної фази. Підвищена теплопровідність покращує здатність розподілу тепла ріжучих інструментів. Таким чином, температура на кромці інструменту знижується. При дослідженні обробки сталі AISI 1040 криогенно обробленими інструментами з карбіду вольфраму P-40 [4] дослідники виявили, що глибока криогенна обробка підвищила електропровідність твердосплавних інструментів, що підвищило тепловіддачу ріжучого інструменту та знизило температуру вершини ріжучої кромки. Завдяки цьому підвищилась червоностійкість під час обробки, що призвело до меншого зносу інструменту. Виявлено, що термін служби інструменту збільшився на 27 %, а основні сили різання зменшилися на 11 % при глибокій криогенній обробці, порівняно з необробленими пластинами.

Отже, огляд впливу криогенної обробки на ріжучі інструменти показав, що криогенна обробка – це ефективна ТО, яка може широко застосовуватися до різних ріжучих інструментів. Цей метод може допомогти знизити витрати виробництва шляхом збільшення продуктивності ріжучого інструменту. На відміну від традиційної ТО, криогенна обробка є не поверхневим методом, вона впливає на весь матеріал. Це підвищує міцність і твердість різання інструменту шляхом гомогенізації розподілу карбіду всередині матеріалу.

### Список літератури

1. Satish Kumar K. The Effects of Cryogenic Treatment on Cutting Tools / K. Satish Kumar, K. Nitin K Khedkar, J. Bhushan Jagtap. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – №225. – С. 9.
2. Вплив імпульсів електричного струму та криогенних температур на міцність різальних твердосплавних пластин / [Л. С. Новогрудський, В. О. Стрижало, О. Б. Сорока та ін.]. // Проблеми міцності. – 2015. – №3. – С. 9.
3. Kamran A. Cryogenic heat treatment – a review of the current state / A. Kamran, A. Amin. // Association of Metallurgical Engineers of Serbia AMES. – 2017. – №23. – С. 10.
4. Sitki A. A review of cryogenic treatment on cutting tools / A. Sitki, G. Hasan, U. İlyas. // Int J Adv Manuf Technol. – 2015. – №14. – С. 19.