

Ф.І. Пантелєєнко, д.т.н., проф.  
А.С. Снарський, к.т.н., ст. викл.  
Полоцький державний університет (Білорусь)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОВМІСТКОГО МАТЕРІАЛУ ЛЕЗОВОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

*Наведені результати досліджень впливу електронно-променевої обробки на експлуатаційні властивості боровмісткого матеріалу лезового металорізального інструмента.*

*Як об'єкт досліджень вибрано новий інструментальний матеріал, отриманий методом дифузійного легування бором порошку швидкорізальної сталі 10P6M5 із наступним його компактуванням. Запропоновано спосіб одержання даного матеріалу: плазмове наплавлення із наступним загартуванням з рідкого стану з використанням електронно-променевої обробки із проведенням наступного відпуску на заданих режимах.*

На кафедрі «Технологія конструкційних матеріалів» Полоцького державного університету (ПДУ Білорусь) розроблено новий боровмісткий інструментальний матеріал системи Fe–B–C–W–Mo–Cr–V, який за техніко-економічними властивостями займає проміжне місце між швидкорізальними сталями і твердими сплавами [1]. Оснащення металорізальних інструментів розробленим матеріалом здійснюється кріпленням інструментальної пластини системи «наплавлене боровмістке покриття–сталева підкладка» на корпус інструмента.

Розроблений інструментальний матеріал має такі техніко-економічні показники:

- твердість 8000–12000 МПа;
- відносна зносостійкість 2,5–5,4 (у порівнянні зі швидкорізальною сталлю 10P6M5);
- теплостійкість 700–800 °С;
- відносна вартість 0,5–0,6 (у порівнянні з твердими сплавами).

У результаті проведення стійкісних випробувань металорізальних інструментів (різців), оснащених розробленим боровмістким матеріалом, установлено, що лімітуючим фактором стійкості розроблюваного інструмента є не стільки теплостійкість, скільки тріщиностійкість (опір крихкому руйнуванню) наплавленого інструментального покриття. Втрата різальних властивостей і низький період стійкості деяких різців був обумовлений полум'яками, пов'язаними з крихким руйнуванням і відколами різальної кромки внаслідок ударів і вібрації. Тому були проведені заходи щодо підвищення опору матеріалу покриття крихкому руйнуванню.

Досліджували процеси, що протікають у матеріалі системи Fe–B–C–W–Mo–Cr–V при його загартуванні із рідкого стану з використанням електронно-променевої обробки (ЕПО). У експерименті використовували електронно-променеву установку, створену на кафедрі фізики ПДУ. Вона дозволяє отримувати сфокусовані електронні пучки зі щільністю потужності до  $10^5$  Вт/см<sup>2</sup>. Щільність потужності регулювали зміною діаметра пучка. Ефект доведення поверхні до рідкого стану контролювали візуально за утворенням дзеркала розплавленого металу, після чого регулювання припинялося і відбувалося охолодження зони обробки за рахунок тепловідведення в нижні прошарки матеріалу. Час витримки розплавленого металу вибирали мінімальним, але достатнім для завершення процесу дегазації і становив для досліджуваного матеріалу 1–2 с у залежності від щільності потужності впливу. Зазначений діапазон вибирали експериментально. Здійснювали візуальний контроль за ванною розплавленого металу, енергетичний вплив призупиняли відразу ж після спливання бульбашок на поверхню. Макро- і мікроаналіз шліфів показав відсутність помітних пор у зоні матеріалу, підданого електронно-променевої обробці.

Були визначені твердість і тріщиностійкість покриттів із розроблюваного матеріалу, підданих ЕПО. Так, покриття, отримане загартуванням із рідкого стану на "твердому" режимі (значна щільність потужності), відрізняється високою твердістю  $1122 \pm 56$  HV і досить низькою тріщиностійкістю (172 МПа/мкм). Глибина обробленої зони становить 100–800 мкм.

Покриття на боровмісткому матеріалі, що отримане електронно-променевою обробкою на м'якому режимі, має також високу твердість  $1000 \pm 85$  HV, але його тріщиностійкість вища (250 МПа/мкм). Глибина зони впливу сягає 1 мм.

Практичне використання зазначених покриттів є досить проблематичним внаслідок їхнього низькою опору крихкому руйнуванню. Тому була проведена термічна обробка зразків, підданих ЕПО – відпуск на заданих режимах. Після проведення відпуску були визначені твердість, тріщиностійкість, мікротвердість зон ЕПО. Як і передбачалося, відпуск підвищив тріщиностійкість матеріалу в 1,5–2 рази при незначному зниженні твердості на 50–100 HV. Це цілком погоджується з дослідженнями, проведеними при триманні боровмісткої швидкорізальної сталі загартуванням із рідкого стану [2]. Так, проведенням відпуску зазначеної сталі в діапазоні 650–800 °С вдалося значно знизити її крихкість і підвищити пластичні властивості. Мається на увазі наявність в сталі після загартування з рідкого стану аморфно-кристалічних структур, які мають високу крихкість. Пластичність даних структур, як вказують автори [2], значно підвищується при проведенні їхнього відпуску.

Таким чином, на підставі проведених експериментів із електронно-променевого впливу на наплавлені покриття системи Fe–B–C–W–Mo–Cr–V установлено, що визначений вид ЕПО не тільки підвищує твердість розроблюваного матеріалу, але і збільшує опір матеріалу крихкому руйнуванню. Подальші дослідження проводили на об'єктах (металорізальних пластинах і різцях) для наступних стійких випробувань. Пластини піддавали ЕПО з обраною щільністю потужності з наступним відпуском на заданих режимах, після чого проводили їх напайку на корпус інструмента. Після зазначеної обробки інструмент піддавали тонкому доведенню з метою повного збереження шару, підданого ЕПО. У результаті зазначеної обробки різці стали більш стабільно працювати без крихкого руйнування різальних кромки, період стійкості яких обмежувався стабільним лінійним зносом.

Експлуатаційні випробування різців також показали перспективність "виправлення" матеріалу електронно-променевою обробкою. Обробці піддавали різці, виготовлені з використанням розроблюваного матеріалу системи Fe–B–C–W–Mo–Cr–V.

Зазначені різці мали такі дефекти:

- термічні тріщини інструментального покриття, що виникли після напайки пластини на державку різця;
- недостатню твердість інструментального покриття (внаслідок отримання доєвтектичного типу покриття);
- високу твердість і, як наслідок, високу крихкість покриття, що виникла через отримання після наплавлення заєвтектичного типу структури;
- пористість у перетині наплавленого покриття.

Внаслідок ЕПО, проведеної відповідно до зазначеної вище методики, у робочій зоні різця формувалися квазієвтектичні області. Проведені стійкості випробування свідчать про задовільну роботу виправлених різців.

Таким чином, у результаті виконаної роботи встановлена перспективність застосування ЕПО інструментів із боровмістких матеріалів. Зазначена обробка і наступний відпуск на заданих режимах збільшують не тільки твердість і зносостійкість, але, у першу чергу, підвищують опір різальної частини інструмента сколюванню і крихкому руйнуванню, що покращує основні експлуатаційні властивості інструмента і його період стійкості.

Робота виконується при фінансовій підтримці Білоруського республіканського фонду фундаментальних досліджень (договір № Т99-342).

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Пантелеенко Ф.И., Снарский А.С. Новый борсодержащий материал для металлорежущих инструментов // Висник ЖИТІ. – 1999 / Технические науки. – С. 115–117.
2. Огонян Р.А., Огонян Я.Н., Рошупкин А.Г. Структурные превращения в боровмісткой быстрорежущей постоянной, полученной закалом из расплава // Таможенной пошлиной. – 1996. – № 9. – С. 12–16.

ПАНТЕЛЄЄНКО Федір Іванович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Полоцького державного університету, м. Новополоцьк Вітебської області (Білорусь)

Наукові інтереси:

- відновлення і ремонт;
- металеві матеріали для відновлення;
- порошкові матеріали;
- діагностика і визначення залишкового ресурсу машин;
- матеріалознавство сталей і сплавів.

211440, Білорусь, м. Новополоцьк, вул. Блохіна, 29

СНАРСЬКИЙ Андрій Станіславович – кандидат технічних наук, старший викладач Полоцького державного університету, м. Новополоцьк Вітебської області (Білорусь).

Наукові інтереси:

- інструментальні матеріали;
- порошкові матеріали на залізній основі;
- матеріалознавство сталей і сплавів;
- діагностика і визначення залишкового ресурсу машин.

211440, Білорусь, м. Новополоцьк, вул. Блохіна, 29

Подано 14.08.2001