

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Розглядаються особливості підвищення стійкості дереворізного інструменту шляхом комплексного електроіскрового легування і лазерної обробки (ЕІЛ+ОКГ). Наведено структуру комплексного покриття, наявність хімічних елементів у поверхневому шарі за результатами рентгенофазового аналізу.

Doctorate O.V. Bilous – USUFWT

The perspective of application of modern technologies for strengthening the woodcutting instrument

The study considers the peculiarities of increasing the steadiness of the woodcutting instrument by dint of complex electric-sparking treatment and laser processing. Exposed a structure of complex coverage, distribution of chemical elements in the upper layer and results of roentgen-phase analysis.

Сучасна деревообробна промисловість характеризується подальшим значним зростанням швидкостей різання, підвищенням вартості інструменту, що призводить до збільшення витрачання коштів на одиницю випущеної продукції і дефіцитних матеріалів. У зв'язку з цим особливої гостроти набуло питання підвищення фізико-механічних властивостей інструменту, насамперед, його твердості, зносостійкості, теплостійкості і міцності.

Перспективним напрямом підвищення зносостійкості інструментальних матеріалів є нанесення зносостійких покриттів. Одним з ефективних методів нанесення зносостійких покриттів є електроіскрове легування (ЕІЛ). Основні переваги цієї технології полягають у можливості переносу на оброблювану поверхню будь-яких струмопровідних матеріалів, у високій міцності, адгезії зміцненого шару з основою, локальному нанесенні покриття без помітної деформації деталей, відсутності нагрівання всього об'єму деталі.

Однак подальше застосування ЕІЛ стримується рядом факторів. Серед них – відносно невисока продуктивність процесу, мала товщина електроіскрових покриттів електроіскрових покриттів (ЕІП), його значна шорсткість. Обмежено використання електродних матеріалів тугоплавких дефіцитних сполук на основі карбідів вольфраму (тверді сплави груп ВК і ТК), оскільки вони характеризуються високою крихкістю і низьким коефіцієнтом переносу металу. Тому активно ведуться пошуки щодо створення безвольфрамових електродних матеріалів.

В ряді досліджень, виконаних у Фізико-механічному інституті (ФМІ) НАН України [1, 2] і в УкрДЛТУ [3, 4] показано, що для вдосконалення технології ЕІЛ використовуються дешевші електродні матеріали на основі системи Fe-Mn-C-B з евтектичною структурою. Це дозволяє отримувати покриття з аналогічними, або кращими властивостями порівняно з серійними твердосплавними електродами.

Дослідження, виконані в Інституті проблем матеріалознавства (ІПМ) НАН України [5, 6], підтверджують доцільність застосування подальшої після ЕІЛ лазерної обробки (ОКГ) для покращення фізико-механічних властивостей зміцненого поверхневого шару металу.

Однак більшість таких досліджень проведено для металорізного інструменту. Результати їх не можуть бути адекватно перенесені на процеси різання деревини, яка є складним композиційним матеріалом. Недослідженими залишаються питання впливу комплексного ЕІЛ евтектичним електродним матеріалом системи Fe-Mn-C-B і подальшої обробки ОКГ на поліпшення технічних характеристик зміцненого поверхневого шару дереворізного інструменту, на його зносостійкість і ефективність процесу різання деревинних матеріалів.

Виходячи зі сказаного вище, дослідження були присвячені розробці технологічних засад нанесення нових зносостійких комплексних (ЕІЛ+ОКГ) покриттів з використанням евтектичних електродних сплавів. Базовою системою була обрана система Fe – Mn – C – B. Оскільки для отримання такого сплаву основними компонентами є C – 20, B₂O₃, Fe, Mn, FeCr, FeSi та інші, тому у складі евтектичного електроду завжди містяться шкідливі домішки: сірка, фосфор, кисень, азот, водень. Ці приховані домішки різко знижують комплекс фізико-механічних властивостей, тому що вони розміщуються по границях зерен, а це робить матеріал крихким, менш пластичним. Отже, підвищити комплекс фізико-механічних властивостей електродного матеріалу, а з ним і службові властивості ріжучого інструменту можна шляхом введення в його склад нового елементу, який би мав велике споріднення до фосфору, сірки, кисню та інших компонентів і забезпечив би очищення границь зерен від цих шкідливих домішок.

Аналіз літературних даних показує, що одним з найбільш ефективних елементів у такій ролі може виступати літій. Введення у сплав літію підвищує механічні властивості і корозійну стійкість, зокрема підвищується межа текучості і міцності, твердості, покращується обробка різанням. Літій у сталях та сплавах, маючи високу спорідненість до кисню, сірки, азоту та фосфору, вживається для дегазації, а також для зв'язування сірки та фосфору. Введення літію підсилює загальну десульфуріацію сплаву, ущільнює структуру поблизу зерен, очищує від фосфору та оксидних виділень, що у сукупності підвищує зносостійкість.

Таким чином, зроблено припущення, що відомий і використаний нами у попередніх дослідженнях евтектичний сплав системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr для підвищення стійкості різального інструменту, при легуванні його літієм, може дати додатковий позитивний ефект щодо стійкості дереворізного інструменту.

З літературних даних, з аналізу діаграм стану [7] можна зробити висновок, що з основними компонентами, які утворюють евтектичний матеріал системи Fe-B-Mn-C-Si-Cr, літій практично не взаємодіє, чого не можна сказати про шкідливі домішки, які утворюються у цьому сплаві при його синтезі. Так, при взаємодії літію з сіркою утворюється сульфід літію (Li₂S) при температурі плавлення 975 °C. Фосфор з літієм утворює два фосфіди LiP і Li₃P, при чому Li₃P має гексагональну ґратку типу Ni₃As (a=4,273 Å, c=7,594 Å). Літій добре взаємодіє з киснем, утворюючи оксиди LiO₂ має гранецентровану кубічну ґратку типу CaF₂ (a=4,602 Å). Li₂O₂ має тетрагональну ґратку (a=5,49 Å, c=7,76 Å).

Тому був розроблений склад евтектичного матеріалу із системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr, до якої добавили літій у певній кількості і провели оптимізацію цього сплаву по зносостійкості для випадку комплексної обробки (ЕІЛ+ОКГ). Результати оптимізації складу по інтенсивності зношування показали оптимальний вміст легуючих елементів і граничне співвідношення бору до літію, як 3:1.

¹ Наук. керівник: проф. В.М. Голубець, д-р техн. наук – УкрДЛТУ

Бінарні покриття, нанесені на сталі У8 і Р6М5 з використанням розробленого електродного матеріалу, володіють кращими триботехнічними властивостями порівняно з відомим сплавом системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr. Склад нового евтектичного сплаву захищено Деклараційним патентом України на винахід [8]. З врахуванням цього сплаву розроблена технологія виготовлення електродних матеріалів для електроіскрового легування.

Розроблена також технологія нанесення зносостійких покриттів комплексним електроіскровим легуванням та лазерною обробкою, яка включає у себе: підготовку деталі, нанесення електроіскрового покриття, підготовку деталі для обробки ОКГ, обробку ОКГ покриття після ЕІЛ, контроль якості отриманого комплексного бінарного покриття.

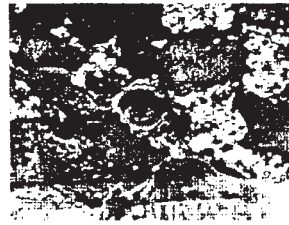


Рис. 1. Загальний вигляд електроіскрового покриття, нанесеного ЕІЛ ($\times 70$)

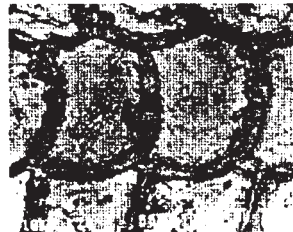


Рис. 2. Загальний вигляд електроіскрового покриття після обробки ОКГ ($\times 70$)

Досліджено структуру та окремі фізико-механічні властивості електродного евтектичного сплаву і комплексного покриття. Загальний вигляд структури електроіскрового покриття (рис. 1), нанесеного електроіскровим легуванням, засвідчує наявність ерозійних ямок, які утворюються під дією на металооснову одиничних розрядів. Їх форма залежить від діаметру електроду і кута його нахилу до площини основи. Діаметр ямок становив 0,5–0,8 мм, глибина проникнення в основу 80–120 мкм, ширина зони термічного впливу (ЗТВ) 70–100 мкм. У межах ЗТВ спостерігається подрібнення зерна під дією іскрового розряду. Цим же, а також мимовільним викидом матеріалу за межі ямки, пояснюється наявність мікротріщин на дні ямки і їх надто нерівномірний мікрорельєф. Загальний вигляд електроіскрового покриття після обробки лазером засвідчує чітку щільникову структуру поверхні, яка утворюється у результаті імпульсної дії лазерного впливу (рис. 2).

При дії лазерного імпульсу відбувається локальне плавлення ділянки покриття. У результаті термокапілярної конвекції, яка виникає внаслідок нерівномірності розподілу температури на поверхні ванни розплаву, та впливу тиску віддачі потоку плазми відбувається перенесення легуючої речовини в об'єм ванни. Після обробки ОКГ у покриттях зникають пори і мікротріщини, що позитивно впливає на експлуатаційні властивості покриттів. На рис. 3 показано границю перекриття.

Видно дрібні пори розміром 2–5 мкм, які мали місце на покритті після ЕІЛ. Під впливом лазерного імпульсу і тиску ударної хвилі вони витісняються до меж плями, газ з деякої частини пор виходить на поверхню і сприяє утворенню кратерів. Металографічні дослідження сталі У8 і Р6М5 з нанесеними покриттями свідчать, що на поверхні утворюється шар дрібнозернистої структури, який формується з рідкого стану і при дії на нього травників його структура не виявляється.

На поверхні досліджуваних сталей дістаємо "білий шар" певної товщини і твердості [9]. У загальному комплексне покриття на сталі (рис. 4) представляє собою дрібногловковий мартенсит з невеликою кількістю залишкового аустеніту і чисельних карбідів.

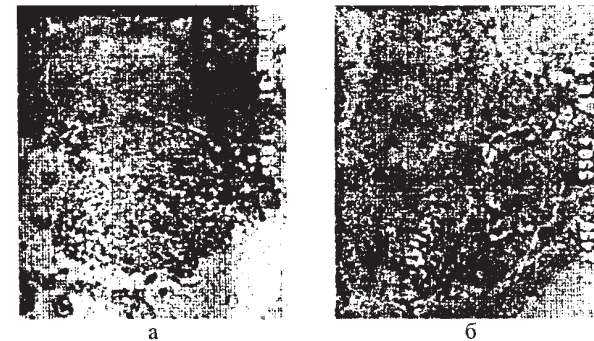


Рис. 3. Мікроструктура границі перекриття після ОКГ ($\times 450$)

У даному випадку покриття після ЕІЛ обробляли лазером зі щільністю потужності 1,5 Дж/мм². Оброблена поверхня складається з оплавлених ділянок, кратерів. Це пов'язано з неоднорідним ступенем оплавлення покриття та дією ударної хвилі генерованої плазми.

У бінарному покритті ділянки високої твердості (12000–13000 МПа) межують з зонами меншої твердості (10000–11000 МПа). Ділянки високої твердості виділяються світлим кольором внаслідок меншого протравлення на сірому фоні оплавленого шару, який більше протравлюється травниками.

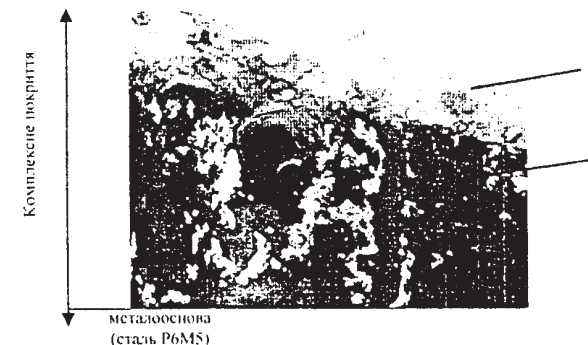


Рис. 4. Мікроструктура комплексного покриття (ЕІЛ + ОКГ) ($\times 1000$): 1 – покриття після ЕІЛ; 2 – покриття після ЕІЛ+ОКГ

Дифрактограма зразка зі сталі Р6М5 після ЕІЛ з застосуванням описаного вище електродного матеріалу характеризується наявністю відбитків від таких фаз: α -Fe, γ -Fe, Fe₃(B,C), Fe₂B, Fe₃(Si, B). Лазерна обробка покриття призводить до зменшення вмісту аустеніту і появи на дифрактограмі піків від Fe₃O₄. Ресструються також слабкі розмиті піки цементиту після зняття поверхневого шару покриття, піки вказаного оксиду не ресструються. На дифрактограмах шліфованих зразків

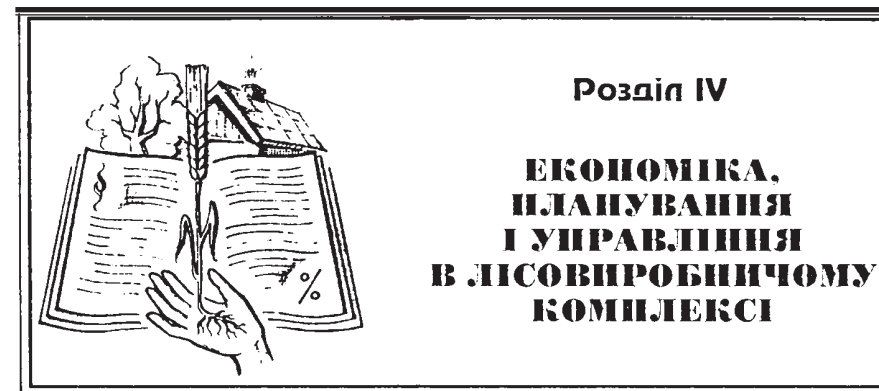
спостерігаються три фазові складові: альфа- та гамма – Fe і Fe₃(B, C). Причому кількість аустеніту становить ~ 5 %.

Із основних фізико – механічних властивостей визначали: товщину покриття, яка становить 50–60 мкм, мікротвердість ≈ 12800 МПа, шорсткість поверхні 2,5–2,8 мкм. Завершальним етапом досліджень була перевірка зносостійкості розробленого покриття при точінні деревини в умовах роботи верстатного обладнання [10].

Проведено точіння деревини дуба різцем на токарно-гвинтоворізному верстаті 1K62 при різних швидкостях, різних глибинах різання і різних подачах. Шлях різання як і початковий діаметр деревини у всіх випадках випробувань були однаковими і становили відповідно 36000 м і 150 мм. Визначено основні закономірності зміни величини сили різання та інтенсивності зношення різця із сталі Р6М5 та з комплексним покриттям на основі системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr-Li від швидкості різання, глибини різання і подачі. Підтверджено вищу зносостійкість і зменшення сили різання комплексного покриття на основі системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr-Li порівняно з аналогічним покриттям системи Fe-Mn-C-B-Si-Cr відповідно у 1,5 рази і на 10 %, а порівняно із сталлю Р6М5 без покриття відповідно у 5 разів і на 15 %.

Література

1. Пашечко М.Н., Голубец В.М., Чернец Н.В. Формирование и фенкционная стойкость эвтектических покрытий. – К.: Наук. думка, 1993. – 344 с.
2. Голубец В.М., Пашечко М.Н. Принципы создания и особенности формирования эвтектических покрытий из жидкой фазы// ФХММ. – 1984, №6. – С. 25-29.
3. Вплив виду нанесеного покриття на триботехнічні властивості ріжучого інструменту / О.В., Голубец В.М., Юга О.Й., Гасій О.Б.// Науковий вісник: Проблеми деревообробки на рубежі ХХІ століття: наука, освіта, технології. – Львів: Престиж інформ. – 1999, вип. 9.5. – С. 239-245.
4. Голубец В.М., Билоус А.В. Импульсное упрочнение быстрорежущей стали и его роль у триботехнических процессах пары "сталь – древесина"// XIII Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW Drewno – Material o wszechstronnym przeznaczeniu i zastosowaniu. Warszawa, 16-18 Listopada, 1999. – С. 345-352.
5. Паустовский А.В., Ботвинко В.П. Влияние импульсного лазерного излучения на структуру и свойства ЕИЛ-покрытий из сплавов типа ВК и ТК// Порошковая металлургия. – 1991, №2. – С. 55-57.
6. Структура электронскровых покрытий состава TiN-Ni после лазерной обработки / Паустовский А.В., Мельникова В.А., Егоров Ф.Ф., Новикова В.И.// Порошковая металлургия. – 1994, №7/8. – С. 77-82.
7. Эллот Р.П. Структуры двойных сплавов. – М.: Металлургия, 1970. – 642 с.
8. Евтектичний сплав на основі заліза для нанесення покриттів: Деклараційний патент на винахід 39481А. Україна, МКИ С22С38/32 / Голубец В.М., Гасій О.Б., Юга О.Й., О.В. – №2000095163; Заявлено 05.09.2000; Опубл. 15.06.2001, Бюл. №5. – 2 с.
9. Голубец В.М., О.В. Розробка нового евтектичного електродного сплаву для нанесення зносостійких покриттів на ріжучий інструмент комплексним електроискровим легуванням і лазерною обробкою// Проблеми трибології. – 2001, №2. – С. 56-61.
10. Вплив режимів різання на стійкість інструменту при точінні деревини / О.В., Голубец В.М., Гасій О.Б., Юга О.Й.// Науковий вісник. – Львів: УкрДІТУ. – 2000, №11.1. – С. 88-89.



УДК 338.911:330.151+339.5 Доц. Я.В. Кульчицький, канд. екон. наук – УкрДІТУ

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ЯК ПРІОРИТЕТНА ПАРАДИГМА ЇХ ТРАНСФОРМАЦІЇ У ХХІ СТ.

Досліджуються актуальні методологічні проблеми становлення екологічної парадигми сучасної теорії економічних систем у контексті взаємодії суспільства і природи, особливостей природокористування на порозі третього тисячоліття. Автор враховує глобалізаційні тенденції та простежує взаємозалежності у вирішенні економічних, соціальних і екологічних проблем.

Doc. Ya.V. Kul'chyts'kyi – USUFWT

Ecologization of economic systems as the main paradigm of their transformation in XXI century

Actual methodological problems of modern theory of economic systems ecological paradigm formation in the context of the society and nature interaction, peculiarities at the beginning of the third century are being investigated. The author take into consideration global tendency and observe the interdependency in the solution of economic, social and ecological problems.

Трансформація економічних систем суспільства у ХХІ ст. об'єктивно змінює стратегічні концепти сучасного цивілізаційного дискурсу. Це насамперед зумовлено актуалізацією надзвичайно важливої проблеми збереження довкілля і забезпечення належних умов існування і розвитку людства. Таким чином, йдеться про екологізацію економічних систем як пріоритетну парадигму їх трансформації на зламі тисячоліть. Окреслена наукова проблема може бути концептуально вирішена лише на основі діалогу економічної та інших наук при належній увазі до розкриття механізму людської, економічної діяльності як одвічного двигуна соціально-економічного прогресу.

На порозі третього тисячоліття у світі відбуваються докорінні зміни у різних сферах життєдіяльності, з'являються нові засоби і предмети праці, змінюється сам зміст і характер конкретних видів економічної діяльності, що породжує необхідність подальшого дослідження діяльності як наукової категорії. Людська діяльність як найбільш загальне, історично і логічно вихідне поняття у тлумаченні людини і суспільства повинна містити у собі внутрішнє джерело розвитку. Таким