

УДК 621.793.7

О.І. Сідашенко, проф., канд. техн. наук, А.С. Лузан, асп.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені П. Василенка, м. Харків, Україна, E-mail: khadi.luzan@gmail.com*

Дослідження зносостійкості відновлювальних покриттів системи Ni-Cr-B-Si, модифікованих механоактивованими СВС-матеріалами

В статті описано дослідження ресурсозберігальної технології відновлення робочих органів сільськогосподарських машин, схильних до абразивного зносу в процесі експлуатації. Для відновлення методом електродугової наплавки запропонований композиційний матеріал на основі порошкового матеріалу системи Ni-Cr-B-Si, модифікований механоактивованим матеріалом, отриманим із застосуванням СВС-процесу. Результати дослідження показали, що зносостійкість розробленого композиційного матеріалу перевищує зносостійкість наплавленого шару порошком марки ПГ-10Н-01 в 2 рази, що дозволяє рекомендувати його для збільшення ресурсу відновлених робочих органів сільськогосподарських машин.

композиційний матеріал, СВС-процес, механоактивування, матричний матеріал, карбід, оксид, наплавка, зносостійкість

А.И. Сидашенко, проф., канд. техн. наук, А.С. Лузан, асп.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени П. Василенка, г. Харьков, Украина*

Исследование износостойкости восстановительных покрытий системы Ni-Cr-B-Si, модифицированных механоактивированными СВС-материалами

В статье описано исследование ресурсосберегающей технологии восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин, подверженных абразивному износу в процессе эксплуатации. Для восстановления методом электродуговой наплавки предложен композиционный материал на основе порошкового материала системы Ni-Cr-B-Si, модифицированный механоактивированным материалом, полученным с применением СВС-процесса. Результаты исследования показали, что износостойкость разработанного композиционного материала превышает износостойкость наплавленного слоя порошком марки ПГ-10Н-01 в 2 раза, что позволяет рекомендовать его для увеличения ресурса восстановленных рабочих органов сельскохозяйственных машин.

композиционный материал, СВС-процесс, механоактивация, матричный материал, карбид, оксид, наплавка, износостойкость

Постановка проблеми. Абразивне зношування є головним чинником, що обмежує ресурс робочих органів сільськогосподарських машин. До робочих органів сільськогосподарських машин відносяться лемеші плугів, відвали плугів, диски важких борін, лушпильників, стрілочасті лапи культиваторів і інші. Підвищити термін служби деталей сільськогосподарських машин, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зносу, можливо шляхом наплавлення зносостійкого покриття на їх робочі поверхні.

Застосовувані в даний час для відновлення зношених поверхонь деталей сільськогосподарських машин порошки на основі нікелю (ГОСТ 21448-75, ТУУ 322-19-004-96, ТУ ІЕЗ 374-83) не завжди забезпечують необхідний ресурс їх роботи в умовах сухого тертя, який найчастіше нижчий за імпорتنі аналоги в 1,5 - 2 рази.

У зв'язку з цим, підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин вітчизняного виробництва, є актуальною проблемою для виробників і споживачів.

Одне з принципово нових напрямків полягає в отриманні зносостійких покриттів з композиційних порошкових матеріалів, синтезованих із застосуванням СВС-процесу, методом дугового наплавлення. Дана технологія відповідає вимогам ресурсозбереження без збільшення витрат на її реалізацію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначено в роботі [1], значний прогрес щодо підвищення якості покриттів пов'язаний з використанням в процесі напилення композиційних матеріалів, які володіють комплексом особливих, взаємодоповнюючих фізико-хімічних властивостей, що дозволяє отримувати покриття багатофункціонального призначення. До найбільш перспективних композиційних матеріалів відносяться дисперсно-зміцнені. Структура цих матеріалів представляє собою матрицю з металу або сплаву, в обсязі якої рівномірно розподілена зміцнююча фаза. В якості зміцнюючої фази доцільно застосовувати оксиди, нітриди, борида, інтерметалліди, які можна отримати методом високотемпературного синтезу (СВС).

СВС-процес не тільки нова технологія використання відомих матеріалів, але і можливість створення нових типів матеріалів. Як приклад можна відзначити позитивні результати експериментів з отримання складних оксидних нанопорошків, ниткоподібних кристалів безкисневої кераміки, анізотропної оксидної кераміки, функціонально-градієнтних матеріалів, безкисневих монокристалів і ін. [2, 3].

Технологія СВС є ефективним енерго- і ресурсозберігаючим методом отримання композиційних порошків [4]. Метод заснований на використанні екзотермічного ефекту реакцій взаємодії металів з вуглецем, кремнієм, бором, азотом та ін. Сутність процесу полягає в тому, що після локального ініціювання реакція протікає у вузькій зоні – хвилі горіння, яка переміщається по виробу за рахунок теплопередачі. В якості реагентів застосовуються суміші наступних елементів: металів з неметалами, металів з металами, неметалів з неметалами або їх з'єднань, що виділяють при взаємодії велику кількість тепла.

Загальну схему процесу можна представити в наступному вигляді [5]:

$$X(i) + Y(i) = Z(k), \quad (1)$$

де $X(i)$ – реагент в твердому стані;

$Y(i)$ – реагент в твердому, рідкому або газоподібному стані;

$Z(k)$ – продукт синтезу (карбіди, борида, силіциди, нітриди, інтерметалліди і ін.) в конденсованій фазі.

СВС-процес дозволяє синтезувати композиції, отримання яких іншими відомими способами вимагає великих витрат, складного і дорогого обладнання або взагалі неможливо [6]. Крім того СВС дозволяє отримати багатокомпонентні продукти в одну стадію навіть в системах матеріалів, що значно відрізняються за властивостями. Для вирішення цих завдань розроблено понад 30 технологічних різновидів СВС, які об'єднані в шість основних технологічних типів – ТТ [7]. Всі шість технологічних типів СВС-технологій побудовані за єдиним принципом. Узагальнена система СВС-технологій представлена на рис. 1 [8].



Рисунок 1 – Узагальнена схема СВС-технологій

В роботі [9] представлені деякі результати досліджень і практичного застосування СВС-твердих сплавів. Основу промислових безвольфрамових твердих сплавів, як відомо, складають карбіди і карбонітриди титану. У ряді випадків для поліпшення експлуатаційних властивостей до складу твердих сплавів вводять додатково карбіди танталу, ніобію, цирконію та ін. В Інституті структурної макрокінетики і проблем матеріалознавства РФ вдалося синтезувати карбід титану з титану і вуглецю, різного складу в області гомогенності, в тому числі близького за складом до стехіометричному, який перевершував по хімічній чистоті свій пічний аналог. Однак, особливості протікання екзотермічних реакцій, зокрема високі температури синтезу (до 3200 ° С), які в 1,5-2 рази перевершують параметри пічного виробництва карбіду титану, сприяли утворенню продукту з формою і властивостями частинок, близькими до монокристалів. Тому для таких порошкових матеріалів була визначена ефективна область їх застосування – абразивна промисловість. Спільно з Інститутом проблем матеріалознавства Української академії наук був створений новий клас абразивних шліфувальних порошків і паст, зокрема карбідокремнієвих, алмазних, паст Гойя та ін.

Для використання СВС-продуктів у виробництві твердосплавних матеріалів і виробів з порошку великий інтерес представляє можливість отримання в одну стадію складних композицій з декількох карбідів, а також карбідів з нітридами, боридами і іншими тугоплавкими сполуками. Найбільш детально був досліджений порошок подвійного карбіду $\text{TiC-Mo}_2\text{C}$ з різним співвідношенням компонентів. На основі цих порошків були виготовлені твердосплавні матеріали з Ni -зв'язкою (від 8 до 16 мас.%). Процес спікання здійснювався в високотемпературних вакуумних печах. З сплавів на основі титан-молібденового карбіду були виготовлені ріжучі пластини і прес-матриці для синтезу штучних алмазів. Ріжучі властивості пластин визначалися при точінні сталі 45 в порівнянні зі сплавом Т15К6. Результати показали, що сплав з 92% мас. титан-молібденового складу $\text{Ti}_{0,95}\text{Mo}_{0,05}\text{C}_{0,95}$ і 8% мас. нікелевої зв'язки володіє високими ріжучими властивостями і може використовуватися для точіння металів замість промислового, що містить вольфрам Т15К6 [9].

Цікаві результати порівняльного аналізу властивостей твердих сплавів на основі СВС-порошків, вироблених в Росії (Черноголовке), і традиційних пічних порошків фірм інших країн були отримані японськими дослідниками. При однаковій твердості міцність твердих сплавів, отриманих за участю СВС-порошків, значно вище. Японським дослідникам вдалося отримати твердий сплав складу TiC-WC-TaC з кобальтової зв'язкою на основі СВС-порошків TiC і TaC з дуже високим значенням межі міцності на вигин (2330 МПа), конкуруючим з міцністю вольфрамових сплавів.

В Інституті порошкової металургії (м. Мінськ) більше 25 років ведуться інтенсивні дослідження і розробка технологічних процесів високотемпературного синтезу композиційних порошків. Результати досліджень і створені термодинамічні і фізичні моделі дозволили розробити технології отримання широкого спектру композиційних СВС-порошків типу «металева зв'язка - тугоплавкое з'єднання», в тому числі такі, що не мають аналогів в світі. Як зв'язок використовуються метали, металеві сплави на основі заліза, нікелю, алюмінію і інтерметаллідів – NiAl , FeAl , TiAl . В якості тугоплавких сполук використовують карбіди титану, хрому, кремнію та їх комбінації, а також оксиди алюмінію, титану і хрому [5].

Одним з нових напрямків для газотермічних покриттів є застосування попередньо механоактивованих композиційних матеріалів в процесах високотемпературного синтезу [10].

За допомогою СВС-порошків можна отримувати захисні покриття різного

складу і з різними властивостями, використовуючи методи плазмового і детонаційного напилення. В якості сировини для покриттів були досліджені СВС-порошки: TiC, TiN, TiC-TiN, TiB₂, W₂C-WC, Cr₃C₂, Al₂O₃-Cr₂O₃, TiC-Cr₃C₂ і ін. Прикладом ефективного використання СВС-порошків в захисних покриттях є титан-хромовий карбід (TiC-Cr₃C₂), плакований нікелем, і композит на основі цього карбіду з нікелем, отриманий в одну стадію при горінні Ti, Cr, C і Ni. Плазмові покриття на основі СВС-титан-хромового карбіду були випробувані в цілях заміни карбіду хрому, що застосовується в провідних країнах світу для захисту відповідальних деталей авіаційної та іншої техніки. Слабкою стороною покриттів на основі товарного карбіду хрому є їх недостатньо висока твердість і зносостійкість. Покриття з композитних порошків мають дуже високі показники зносостійкості. Основну перевірку захисні покриття на основі СВС-титан-хромового покриття пройшли на реальних деталях машин і агрегатів, що працюють в умовах високотемпературного зносу при впливі віброударів і багаторазових циклічних і термоциклічних навантажень, в умовах фреттинг-корозії в окислювальному середовищі до 900 ° С. Конкретний приклад – СВС-покриття на бандажних полицях лопаток газотурбінних двигунів з титанових сплавів, які збільшили ресурс їх роботи майже необмежено. Захисні СВС-покриття в даний час вже працюють на реальних авіаційних двигунах. За даними Інституту проблем матеріалознавства Академії наук України, одна тонна СВС-порошку економить 40-200 тонн високолегованих сталей [11].

В роботі [12] наведені результати розробки композиційних СВС-матеріалів системи Р6М5 + TiC і NiCr-сталь + TiC, які призначені для зміцнення деталей методами електродугової наплавки і детонаційного напилення та застосовуються для підвищення ресурсу стрілачастих лап культиваторів і сіялок.

Є відомості про розробку електродів СВС-класу, що дозволяють наплавляти захисне покриття з твердістю 63-70 HRC, зносостійкість якого в 1,2 - 1,5 рази вище зносостійкості твердих сплавів типу ВК в абразивному середовищі [13].

В умовах інтенсивної експлуатації сільськогосподарських машин важливе значення має оперативне і якісне відновлення їх деталей і вузлів. Одним з найбільш ефективних методів відновлення є нанесення на поверхню деталей покриттів з композиційних СВС-матеріалів, що володіють необхідним рівнем експлуатаційних властивостей [14].

У зв'язку з цим, питання дослідження, аналізу і збільшення ресурсу робочих органів сільськогосподарських машин електродуговим наплавленням композиційних СВС-матеріалів є дуже актуальними як в теоретичному, так і в практичному відношенні.

Постановка завдання. Розробити композиційний матеріал на основі порошкового матеріалу системи Ni-Cr-B-Si, модифікований механоактивованим матеріалом, отриманим із застосуванням СВС-процесу.

Викад основного матеріалу. Найбільш популярними є композиції на основі карбіду титану. Це пов'язано з високим екзотермічним ефектом реакції утворення карбіду титану з елементів (2), що забезпечує широкий вибір матеріалу зв'язки [15]:



В результаті виділяється тепло температура твердих і розплавлених продуктів реакції досягає 2500-3500 К, тому реакція не залежить від зовнішніх джерел нагріву і може поширюватися як хвиля горіння, сама виробляє енергію для свого поширення. Незважаючи на високу температуру, перехід будь-якого з компонентів суміші в газову фазу незначний, і ним можна знехтувати.

Крім цього, висока твердість і зносостійкість карбіду титану забезпечують відмінні механічні властивості композицій на його основі. В якості металевих зв'язок використовують залізо, нікель, кобальт, алюміній, мідь і сплави на їх основі.

У відповідності зі сказаним, для дослідження в якості вихідних матеріалів використовували порошки титану марки ВТ1-0 і вуглецю марки ПМ-15 з метою синтезування карбіду титану. А також для збільшення теплового ефекту і зносостійкості оксид заліза Fe_2O_3 , алюмінієвий порошок (пудра) ПАП-1 ГОСТ 5494-95 і терморегулюючий порошок алюмінідами нікелю ПТ-НА-01. Функцію металевої зв'язки (матричного матеріалу) виконував самофлюсуючий наплавочний порошок марки ПГ-10Н-01 і ПТ-НА-01.

Обрані компоненти змішувалися і отримана порошкова суміш піддавалася механічній активації. Вибір даного способу впливу на матеріали обумовлений необхідністю створення композитів, в мікрооб'ємах яких повинна відбуватися реакція СВС.

Для отримання механоактивованих порошкових сумішей застосовувався метод механічної активації в планетарних кульових млинах АГО-2.

У проведених експериментах об'єм барабанів – 160 см^3 , діаметр куль – 4-5 мм, маса куль 200 г. Час процесу механоактивації варіювався в діапазоні від 2 до 6 хвилин.

Дугова наплавка здійснювалась на заготовки зі сталі 20. Наплавлення виконували з використанням інверторного джерела живлення Патон ВДІ-200Р DC TIG.

Наплавочну суміш отримували за такою технологією:

– змішування і механоактивація порошків Ti , C , Fe_2O_3 , Al і матричного матеріалу 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01;

– самопоширюючийся високотемпературний синтез карбідів;

– дроблення і механоактивація композиту, отриманого на першому етапі, і додаткової кількості матричного матеріалу.

Наплавлення СВС-механокомпозитів проводилося графітовим електродом діаметром 10 мм.

Дослідження структури проводилося за допомогою оптичного мікроскопа МІМ-8.

Мікротвердість покриттів вимірювалася на твердомірі марки ПМТ - 3 згідно ГОСТ 9450-76.

СВС проводили на циліндричних зразках в умовах фронтального здійснення синтезу. Підпалювання реагуючого складу здійснювалося електричною дугою (рис. 2, 3).



Рисунок 2 – СВС-процес формування композиційного матеріалу
70% ($\text{Ti}+\text{C}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}$) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01



а - спек; б - структура композиційного матеріалу

Рисунок 3 – Композиційний матеріал 70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01 після СВС-процесу

Після отримання композиційного матеріалу у вигляді спека здійснювали його дроблення, додавали матричний матеріал ПГ-10Н-01 в кількості 80-90% і здійснювали механоактиваційну обробку для поліпшення технологічних властивостей при наплавленні (рис.4).

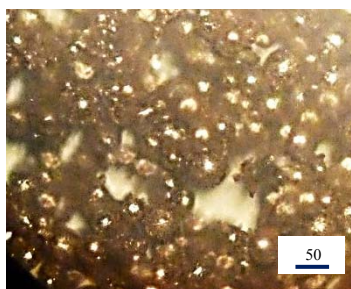


Рисунок 4 – Композиційний матеріал 10% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 90% ПГ-10Н-01 після механоактиваційної обробки (180 с)

Результати досліджень мікротвердості покриттів, отриманих з композиційних матеріалів складу 10% {(70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 90% ПГ-10Н-01} і {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01}, свідчать про те, що в наплавленому шарі присутні частки карбідів – імовірно це карбід титану TiC і заліза Fe₃C. Так, наприклад, мікротвердість покриття, отриманого шляхом наплавлення композиційного матеріалу складу {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01} на сталеву основу, перевищує мікротвердість матричного металу (760 HV) і становить 780 HV. Товщина перехідної зони між наплавленим шаром і металом основи дорівнює ~ 200 мкм.

Результати триботехнічних випробувань наплавлених матеріалів показали явні переваги покриттів, наплавлених композиційним матеріалом {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01} в порівнянні з покриттям з матеріалу матриці ПГ-10Н-01 (рис. 5).

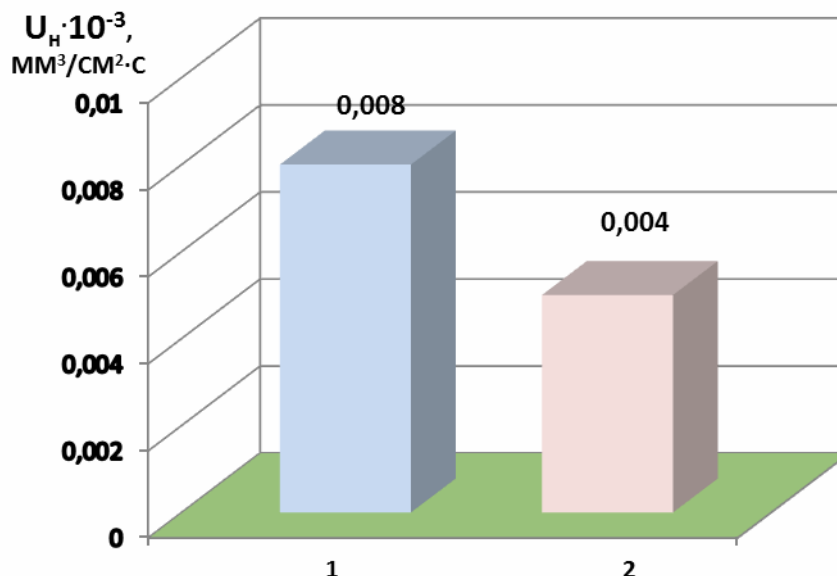


Рисунок 5 – Інтенсивність зношування в процесі нормального тертя в середовищі індустриального мастила пар: покриття ПГ-10Н-01 – сталь 45 HRC 50 (1); покриття з композиційного матеріалу {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01} – сталь 45 HRC 50 (2)

З рис. 5 видно, що інтенсивність зношування покриття, наплавленого з композиційного матеріалу {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01}, отриманого по СВС технології, в 2 рази менше, ніж покриття ПГ-10Н-01.

Мікроструктура наплавлених покриттів на основі сплаву ПГ-10Н-01 з композиційним матеріалом також відрізняється. У покриття, що містить композиційний матеріал, отриманий із застосуванням СВС-процесу вона більш дрібнозерниста і має однорідний характер (рис. 6).

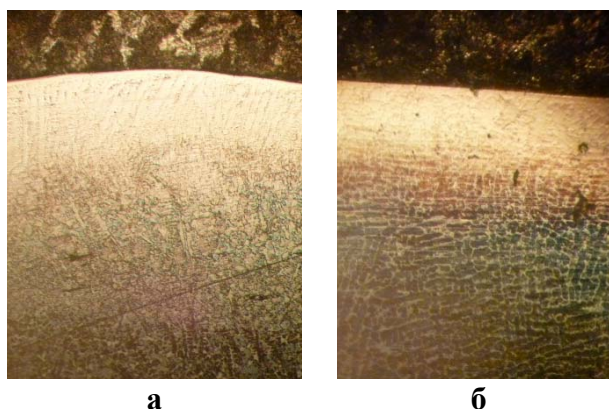


Рисунок 6 – Мікроструктура наплавлених покриттів на сталь 20, $\times 100$:
а – покриття ПГ-10Н-01; б – композиційне покриття {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01}

Можна припустити, що цьому сприяють синтезовані із застосуванням СВС-процесу карбіди титану і заліза, рівномірно розташовані в наплавленому шарі, що також забезпечує стабільність властивостей по товщині покриття.

Висновки. Запропоновано композиційний матеріал на основі порошкового матеріалу системи Ni-Cr-B-Si, модифікований механоактивованим матеріалом складів {10% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 90% ПГ-10Н-01} або {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01}, котрий має більш високу зносостійкість в порівнянні з сплавом ПГ-10Н-01.

Результати дослідження мікротвердості показали її збільшення у композиційного матеріалу в порівнянні з матричним ПГ-10Н-01 и становить 780 HV.

Мікроструктура композиційного матеріалу більш дрібнозерниста і має однорідний характер.

Список літератури

1. Яковлев, В.И. Научно-технологические основы создания защитных покрытий из композиционных механоактивированных свс-материалов методом детонационно-газового напыления [Текст] : автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.03.06. «Технология и машины сварочного производства» / В.И. Яковлев. - М., 2008. - 30 с.
2. Merzhanov, A.G. SHS technology [Text] / A.G. Merzhanov // Adv. Mater. - 1992. - Vol. 4. - No. 4. - P. 294-295.
3. Merzhanov, A.G. Advanced SHS ceramics: Today and tomorrow morning [Text] / A.G. Merzhanov // Ceramics: Toward the 21st century. Symposium on Ceram. Proceedings. Commemorating the Centennial of the Ceram. Soc. of Japan / Eds. N. Soda, A. Kato. 16-18 October, 1991. Yokohama, Japan. Tokyo: Ceram Soc. Jap. Publ., 1991. - P. 378-403.
4. Физическая химия. Современные проблемы. Ежегодник [Текст] / Под ред. акад. Я.М. Колотыркина. - М. : Химия, 1983. - 224 с.
5. 50 лет порошковой металлургии Беларуси. История, достижения, перспективы [Текст] / ред. кол.: А.Ф. Ильюшенко, Е.Е. Петюшик, В.В. Савич. - Минск, 2010. - 632 с.
6. Левашов, А.Е. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [Текст] / А.Е. Левашов, А.С. Рогачев, В.И. Юхвид и др. - М. : Издательство БИНОМ, 1999. - 176 с.
7. Merzhanov, A.G. Tverdoglennoe gorenie / A.G. Merzhanov, A.S. Mukas'jan. - M. : TORUS PRESS, 2007. - 336 s.
8. Мержанов, А.Г. Твердопламенное горение [Текст] / А.Г. Мержанов, А.С. Мукасян. - М. : ТОРУС ПРЕСС, 2007. - 336 с.
9. Боровинская, И.П. СВС – твердые сплавы на пороге XXI века [Текст] / И.П. Боровинская // Машиностроитель. - 2000. - №3. - С.15-20.
10. Evstigneev, V.V. Poluchenie i issledovanie nanostrukturnykh detonacion-nyh pokrytij na detaljah mashinostroenija s ispol'zovaniem mehanokompozitov tipa TiB₂-Cu [Text] / V.V. Evstigneev, V.I. Jakovlev, S.I. Gibel'gauz i dr. // Polzunovskij vest-nik. - 2007. - № 4. - S. 155-161.
11. Применение современных материалов для изготовления и ремонта деталей машин [Текст] / Н.Р. Шоль, В.Д. Люосев, Л.Я. Иконникова, В.Ю. Прохоров. - Ухта: УГТУ, 2004. - 251 с.
12. Ситников, А.А. Новые порошковые материалы из СВС-композитов для электродуговой наплавки износостойких покрытий [Текст] / А.А. Ситников, В.И. Яковлев, М.Е. Татаркин // Инновации в машиностроении: Материалы 1-й международной научно-практической конференции. - Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2010. - С. 191-193.
13. Пилипченко, О.В. Наплавления матеріалами СВС-класу [Текст] / О.В. Пилипченко // Метали, технології та обладнання. - 2009. - № 24. - С. 15-16.
14. Лузан, С.А. СВС-процессы в технологиях упрочнения и восстановления деталей машин наплавкой и газотермическими способами напыления покрытий (обзор) [Текст] / С.А. Лузан, А.И. Сидашенко, А.С. Лузан // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - Харків: 2016. - № 6. - С. 152-162.
15. Рогачев, А.С. Горение для синтеза материалов: введение в структурную макрокинетическую [Текст] / А.С. Рогачев, А.С. Мукасян. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 400 с.

Olexandr Sidashenko, Prof., Phd tech. sci., A. Luzan, post-graduate

Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

Research of the wear resistance Ni-Cr-B-Si, reduction coatings modified with mechanically activated SHS materials

The article describes the research of resource-saving technology restoration working organs of agricultural machines, subject to abrasive wear during operation.

A composite material based on the Ni-Cr-B-Si powder material modified with mechanically activated material obtained using the SHS process is proposed for restoration by electric arc welding.

The results of the research showed that the wear resistance of the developed composite material exceeds the wear resistance of the weld layer by the PG-10N-01 powder by a factor of 2, which allows recommending it for increasing the life of the restored working organs of agricultural machines.

composite material, SHS-process, mechanoactivation, matrix material, carbide, oxide, surfacing, wear resistance

Одержано 31.10.17

УДК 621.791

Т.С. Скобло, проф., д-р техн. наук, А.И. Сидашенко, проф., канд. техн. наук, И.Н. Рыбалко, канд. техн. наук, А.В. Марков, инж.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина

E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Применение модифицирующих присадок для восстановления деталей машин

Выполнены исследования по оценке эффективности способа модифицирования процесса восстановления стальных деталей наплавкой для повышения износостойкости. Модифицирование предусматривает повышение качества восстанавливаемого слоя и переходной зоны. Поиск технологических приёмов введения добавки показал, что такие требования к качеству может быть обеспечено дозированным её вводом в жидкую ванну. Установлено, что оптимальной является присадка углеродсодержащей микроалмазной фазы 5-7% от доли проволоки. Сопоставительно оценена возможность использования в качестве модификатора (нано- и микро) природного углеродсодержащего компонента – шунгита и вторичного сырья.

модифицирование, нано- и микроалмазы, шунгит, детонационная шихта

Т.С. Скобло, проф., д-р техн. наук, О.І. Сідашенко, проф., канд. техн. наук, І.М. Рибалко, канд. техн. наук, О.В. Марков, інж.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенко, м. Харків, Україна

Використання модифікуючих домішок для відновлення деталей машин

Виконано дослідження з оцінки ефективності способу модифікування процесу відновлення сталевих деталей наплавленням для підвищення зносостійкості. Модифікування передбачає підвищення якості відновлюваного шару і перехідної зони. Пошук технологічних прийомів введення добавки показав, що такі вимоги до якості може бути забезпечене дозованим її введенням в рідку ванну. Встановлено, що оптимальною є присадка вуглецевмісної мікроалмазної фази 5-7% від частки дроту. Порівняльно оцінена можливість використання в якості модифікатора (нано- та мікро) природного вуглецевмісного компонента - шунгіта і вторинної сировини.

модифікування, нано- та мікроалмази, шунгіт, детонаційна шихта, зносостійкість, відновлювальне наплавлення