

УДК 621.793.7

## ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ З КОМПОЗИЦІЙНИХ МЕХАНОАКТИВОВАНИХ СВС-МАТЕРІАЛІВ, НАПЛАВЛЕНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИМ СПОСОБОМ

Сідашенко О.І., к.т.н., професор, Лузан А.С. інженер  
(Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені П. Василенка)

*Досліджено властивості наплавлених покриттів з механоактивованих порошкових сумішей, які складаються з синтезованих з використанням СВС-процесу карбідів титану та матричного матеріалу. Запропоновано техноло-гію отримання наплавочної суміші, яка складається з двох основних етапів.*

**Вступ.** У сільськогосподарському машинобудуванні робочі органи ґрунтооброблювальних машин і знарядь: лемеші плугів, стрічасті лапи культиваторів, диски луцильників і інші для забезпечення достатнього рівня міцності і в'язкості виготовляють з вуглецевої або низьколегованою конструкційної сталі із змістом вуглецю від 0,45 до 0,75% з подальшою зміцнюючою термообробкою. Така термообробка не забезпечує достатнього рівня абразивної зносостійкості в роботі при контакті леза з ґрунтом, тому на нього наноситься, найчастіше за допомогою наплавлення, певний шар більш зносостійкого, але дорогого матеріалу.

Відомі порошки на основі нікелю (ГОСТ 21448-75, ТУУ 322-19-004-96, ТУ ІЕЗ 374-83), що самофлюсуються, покриття з яких після напилення і оплавлення володіють високою міцністю і твердістю. Проте їх зносостійкість в умовах сухого тертя також недостатньо висока.

В даний час досить активно розвивається метод отримання порошкових матеріалів шляхом високотемпературного синтезу, що саморозповсюджується (СВС), з попередньою механоактивуючою обробкою їх складових компонентів.

Попередня механічна активація порошкових реагуючих сумішей є ефективним способом управління реакцією твердофазного горіння для синтезу неорганічних матеріалів.

Тому в даний час інтенсивно розширяється область застосування композиційних матеріалів, синтезованих за технологією СВС-процесу, що механічно активується.

Одним з ефективних напрямів використання порошкових СВС-механокомпозитів є їх застосування в процесі електродугового наплавлення зносостійких покриттів на деталі сільськогосподарського машинобудування.

**Аналіз публікацій і досліджень.** Поверхневі шари робочих органів сільськогосподарської техніки в процесі експлуатації піддаються інтенсивному абразивному зношуванню в результаті взаємодії з ґрунтом.

Відома французька компанія «AGRICARB» для збільшення терміну

служби робочих органів пропонує застосовувати спеціальні захисні пластини із спеченого карбиду вольфраму, які припоюються в місцях найбільш схильних до зносу. Спосіб дорогий і вимагає забезпечення оптимального поєднання жорсткості пластини і її міцності на удар, а також приблизно однакову швидкість зносу сталеві основи і ділянки, захищеної карбідною пластиною.

У різних галузях народного господарства, в тому числі і при ремонті сільськогосподарських машин, застосовується велика кількість методів і способів відновлення деталей [1-5]. Аналіз даних [6-10] дозволяє зробити висновок, що частка деталей, відновлюваних на підприємствах агропромислового комплексу методами наплавлення, найбільша і становить 34,4%.

Тому найбільш раціональне, на наш погляд, рішення, зазначеної проблеми, полягає в створенні нових матеріалів для наплавлення покриттів, що забезпечують встановлений ресурс деталей машин.

Процесом, що володіє значним потенціалом у отриманні нових матеріалів, в тому числі карбідоміських, є високотемпературний синтез (СВС), відкритий в 1967 році групою вчених: Мержанов А.Г., Боровинська І.П. і Шкіря В.М.

Нове явище, що отримало назву «твердого полум'я» (офіційна назва «Явище хвильової локалізації твердофазних реакцій, які автогальмуються») [11]. Тверде полум'я, яке було для того часу досить незвичайним явищем, являє собою процес, в якому вихідні реагенти, проміжні та кінцеві продукти залишаються в твердому стані протягом всього процесу перетворення. Тверде полум'я дозволило отримувати цінні тугоплавкі матеріали. Ця обставина привела до створення нового високоефективного методу їх виробництва - високотемпературного синтезу (СВС).

Одним з нових напрямків в отриманні захисних покриттів є застосування попередньо механоактивованих композиційних матеріалів в процесах високотемпературного синтезу, а також застосування композитів, що містять в обсязі матриці нанорозмірні синтезовані включення, в процесах детонаційного напилення [12]. Об'єднання СВС, детонаційного напилення та механохімії в єдину інтегральну технологію має певні перспективи в плані розвитку нанотехнологій. Результати досліджень В.І. Яковлева дозволили встановити, що для більшості технологічних параметрів (гранулометричний склад порошку 40-63 мкм., товщина покриття за один постріл 10-20 мкм., витрати газів горючої суміші - стехіометичне співвідношення, дистанція напилення 50-100 мм., і т.п.) є вузький діапазон, при яких формуються покриття з досить високими властивостями міцності.

Розроблена двоступенева технологія, що поєднує процеси механічної активації порошкових сумішей і СВС, призначених для виготовлення та відновлення деталей сільськогосподарської техніки, схильних до інтенсивного зношування [13]. Створено багатокарбідні СВС-механокомпозити, що представляють собою нові композиційні матеріали зі структурою типу «зміцнююча фаза - матриця». Застосування складів типу «TiC + (Ni-Cr)», «TiC + SiC + (Ni-Cr)», «TiC + WC + (Ni-Cr)», «TiC + SiC + WC + (Ni-Cr)» дозволяє за допомогою порошкового електрода сформувати зносостійке покриття на деталях

сільськогосподарського машинобудування [14].

Розроблено композиційні СВС-матеріали системи Р6М5 + TiC і NiCr-сталь + TiC, призначені для зміцнення деталей методами електродугової наплавки і детонаційного напилення, застосовуються для підвищення ресурсу стрільчастих лап культиваторів і сівалок [15]. В роботі [16] зроблено висновок про перспективність інтегрування СВС-процесів з газотермічними способами напилення покриттів.

Підприємство Міжгалузовий науково-виробничий центр «Елісон ЛТД», м Івано-Франківськ інформує 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 [17].

Необхідно відзначити основний недолік СВС-технології, який полягає в тому, що вона не універсальна. Не кожену реакцію можна провести в режимі СВС, оскільки для цього вона повинна виділяти достатню кількість тепла. Це накладає обмеження на вибір матеріалів для синтезу.

В даний час в області СВС ведуться перспективні роботи з синтезу нанопорошків і наноматеріалів, створення композиційних матеріалів типу полімер-кераміка, синтезу надтвердих матеріалів. У частині методів наплавлення - завдання створення електродів на основі СВС-продукту неповного перетворення. Дореагування електроду в процесі наплавлення з виділенням тепла підвищує температуру наплавлення і забезпечує зниження енергоємності процесу [18].

Виконаний огляд науково-технічної літератури свідчить про перспективність робіт в області СВС-процесів стосовно до методів газополуменевого напилення і наплавлення.

Одне з принципово нових напрямків в отриманні захисних зносостійких покриттів - використання попередньої механоактивації порошкових компонентів для забезпечення високотемпературного синтезу нових композиційних порошкових матеріалів, а також їх застосування для дугового наплавлення і газотермічного напилення деталей машин [19].

**Мета дослідження.** Встановити можливість підвищення механічних та експлуатаційних властивостей деталей сільськогосподарських машин за рахунок використання технології електродугового наплавлення покриттів з механічної суміші, яка складається з композиційних СВС-матеріалів і порошків системи Ni-Cr-B-Si.

**Результати досліджень.** Найбільшою зносостійкістю володіють тверді сплави на основі карбідів, одним з яких є карбід титану (TiC).

Для досліджень обираємо карбід титану, який характеризується високими значеннями твердості, теплостійкості, малими значеннями коефіцієнту тертя по більшості металів і сплавів і порівняно низькою вартістю, що дозволяє його розглядати як один з найперспективніших матеріалів для створення зносостійких покриттів. Крім того, відомо, що металокерамічні сплави на основі карбиду титану з металевою нікель-хромовою зв'язкою мають зносостійкість в 2-3 рази

вище зносостійкості твердих сплавів на основі карбіду вольфраму з кобальтової зв'язкою.

В якості вихідних матеріалів для отримання порошкових наплавочних сумішей використовували порошки титану марки ВТ1-0, вуглецю марки ПМ-15. Функцію металевої зв'язки (матричного матеріалу) виконував самофлюсуючий наплавочний порошок марки ПГ-10Н-01 ТУУ 322-19-004-96. Крім того, для збільшення теплового ефекту в процесі синтезу карбіду титану в механічну суміш вводиться терморреагуючий порошок алюмініда нікелю ПТ-НА-01. Теплота утворення алюмініда нікелю становить 142 Дж/моль. Фракційний склад всіх вихідних порошкових компонентів знаходився в межах (63...100) мкм. 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 обсяг барабанів - 160 см<sup>3</sup>, діаметр куль - 4-5 мм, маса куль 200 г. Час процесу механоактивації варіювалося в діапазоні від 2 до 6 хвилин.

Нові матеріали отримували за технологією СВС з використанням екзотермічних сумішей порошоків титану марки ВТ1-0, (дисперсний склад 80 - 100 мкм), вуглецю марки ПМ-15 (дисперсний склад 10-50 мкм). Як металеву матрицю використовували порошкову суміш 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01 (дисперсний склад 63-100 мкм).

СВС проводили на циліндричних зразках в умовах фронтального здійснення синтезу. Підпалювання реагуючого складу здійснювалося електричною дугою.

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

Наплавочну суміш отримували за такою технологією:

- змішування і механоактивація порошоків Ti, C 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.

Без введення додаткової кількості матричного матеріалу композит, отриманий на першому етапі, не володіє достатніми зварювально-технологічними властивості для виконання якісної електродугової наплавки валиків.

Наплавлення СВС-механокомпозитів проводилося графітовим електродом діаметром 10 мм.

Дослідження структури проводилося за допомогою оптичного мікроскопа

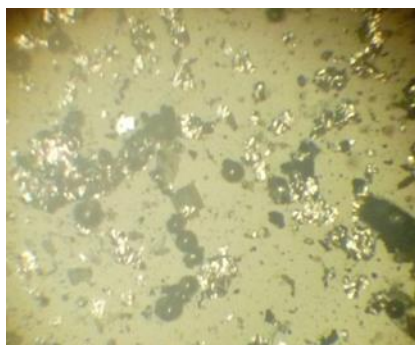
МІМ-8.

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

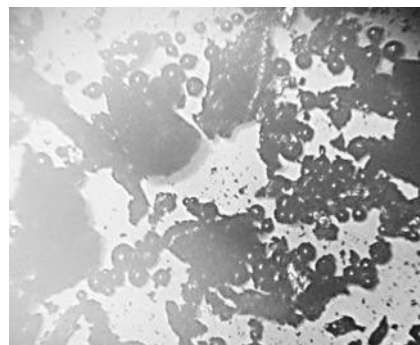
Порівняльні випробування на зношування наплавлених зразків проводили на машині тертя типу МІ за схемою «диск-колодка» в середовищі індустриального мастила марки І-20 при наступних режимах: середня окружна швидкість ковзання 0,42 м/с, питомий тиск на колодку при нормальному механохімічному процесі зношування становив 8,0 МПа, площа поверхні тертя 1,8 см<sup>2</sup>.

Випробування наплавлених матеріалів на ударний вигин проводили згідно ГОСТ 6996-66 з використанням зразків типу ІХ, що мають V-подібні надрізи.

Морфологія вихідних компонентів порошкової терморреагуючої суміші «Ті + С + ПГ-10Н-01 + ПТ-НА-01» представлена на рис. 1, а. Співвідношення компонентів Ті і С в суміші є еквімолярною, щоб в результаті подальшої СВС-реакції відбувався синтез карбіду титану стехіометричного складу. При цьому для забезпечення гарантованого розвитку СВС-реакції масова частка інертної матриці становила 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01. Після механоактивації порошкової суміші протягом 180с утворюються конгломерати майбутніх механокомпозитів (рис. 1, б).



а

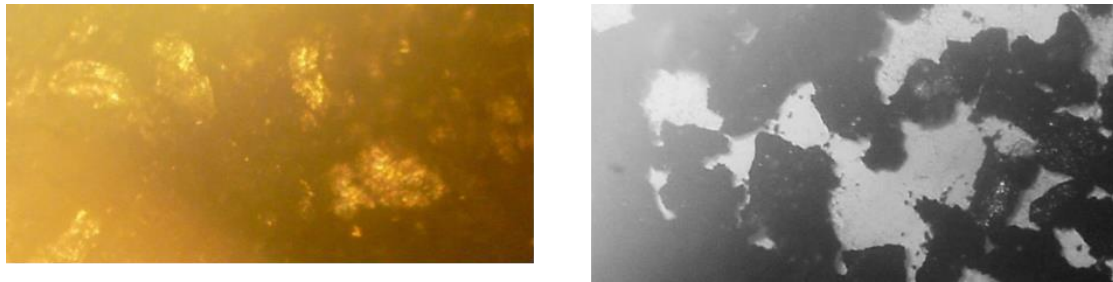


б

а) суміш вихідних компонентів, б) після 180с механоактиваційної обробки

Рисунок 1 – Морфологія порошкових сумішей

В отриманій суміші 70% мас. (Ті + С) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01 реалізується процес СВС, що забезпечує синтез карбіду титану в інертній (20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) матриці. Процес синтезу карбіду титану відбувається в присутності рідкої фази - розплаву титану. Практичний інтерес представляє можливість низькотемпературного (по відношенню до температури займання) твердофазного синтезу в системі «Ті + С» в присутності інертної матриці. Синтез здійснювався шляхом фронтального поширюючого горіння суміші. В результаті СВС процесу синтезується композит типу «ТіС + (ПГ-10Н-01 + ПТ-НА-01)» з часткою матричного матеріалу, що дорівнює 30% (рис. 2).



а) x125

б) x140

а) - отриманий в результаті СВС процесу; б) - після помелу

Рисунок 2 – Композит «TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)»

Результати досліджень покриттів, отриманих з механоактивованих порошків СВС-композиту 20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) і 80% ПГ-10Н-01, свідчать про те, що в наплавленому шарі присутні частки карбідів. Так мікротвердість покриття, отриманого шляхом наплавлення механічної суміші складу 20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01 на сталеву основу, в 2...2,5 рази перевищує мікротвердість основного металу і досягає 760 НV. Товщина перехідної зони між наплавленим шаром і металом основи становить ~ 200 мкм.

Порівняння результатів триботехнічних випробувань наплавлених матеріалів показали явні переваги покриттів, наплавлених порошковою механічною сумішшю складу «20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01» (рис. 3).

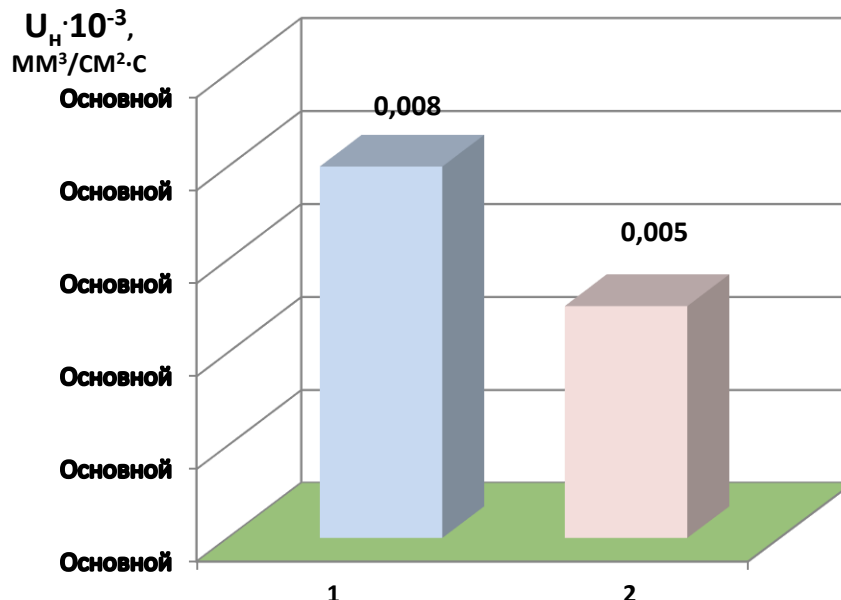


Рисунок 3 – Інтенсивність зношування в процесі нормального тертя в середовищі індустриального мастила пар: покриття ПГ-10Н-01 – сталь 45 HRC 50 (1); покриття механічної суміші складу 20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01 – сталь 45 HRC 50 (2)

З рис. 4 видно, що інтенсивність зношування покриття, наплавленого з механічної суміші порошку карбиду титана, отриманого по СВС технології, і ПГ-10Н-01 в 1,6 раз менше, ніж покриття ПГ-10Н-01.

Встановлено, що інтенсивність зношування покриттів залежить від об'ємної частки карбідної складової (рис. 4).

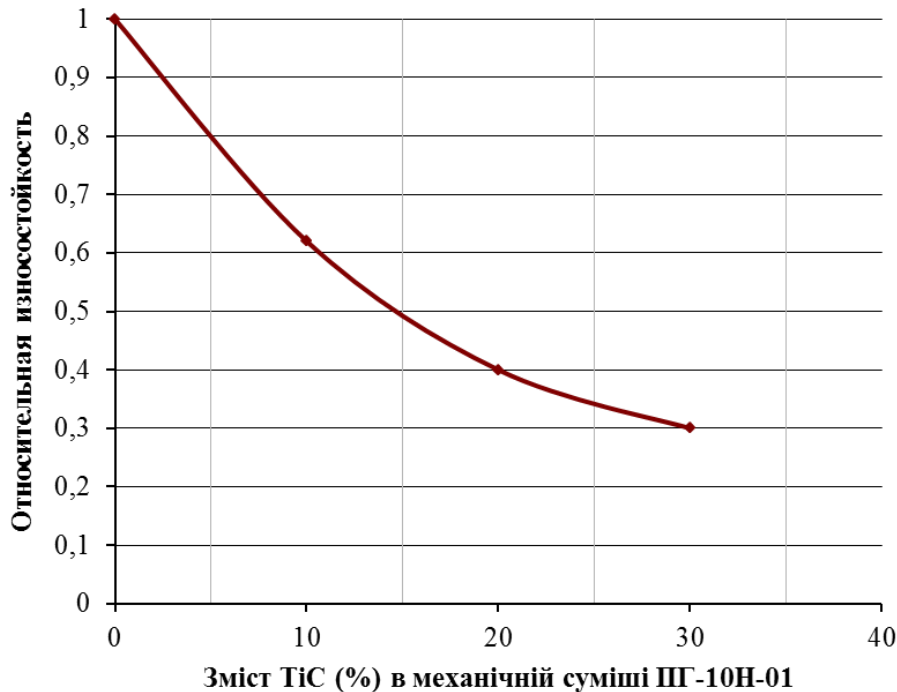


Рисунок 4 – Відносна зносостійкість покриттів отриманих при наплавленні СВС-механокомпозитів

З рис. 4 видно, що зі збільшенням вмісту карбиду титану зносостійкість наплавленого шару збільшується.

Результати випробувань матеріалів наплавлених шарів за визначенням ударної в'язкості, проведені відповідно до ГОСТ 6996-66 «Зварні з'єднання. Методи визначення механічних властивостей», представлені в таблиці 1.

З табл. 1 видно, що зі збільшенням вмісту карбиду титану ударна в'язкість наплавленого шару зменшується.

Таблиця 1 – Ударна в'язкість наплавлених механокомпозитів

№ п/п	Модифікуючий склад	Середнє значення KCV, Дж/см <sup>2</sup>
1	10 % TiC + ПГ-10Н-01	4,7
2	20 % TiC + ПГ-10Н-01	3,4
3	30 % TiC + ПГ-10Н-01	2,3

Для встановлення взаємозв'язку режимів наплавлення з властивостями наплавлених матеріалів була визначена величина ефективної погонної енергії. Розрахунки виконувалися за формулою (ГОСТ Р ІСО 857-1-2009):

$$q_n = \frac{IU}{V_n} \dots \dots \dots (1)$$

де  $I$  – сила струму, А;  $U$  – напруга дуги, В;  $V_n$  – швидкість наплавлення, см/с.

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.

Таблиця 2 – Розрахунок ефективної погонної енергії при наплавленні механокомпозитів

Сила струму, А	Напруга, В	Швидкість наплавлення, см/с	Погонна енергія, кДж/см
150	40	0,15	40,00
200	31	0,20	31,00
250	20	0,25	20,00

При збільшенні погонної енергії температура ванни розплаву підвищується, що сприяє розчиненню карбідних частинок. Про це свідчить збільшення інтенсивності зношування наплавлених зразків (рис. 5).

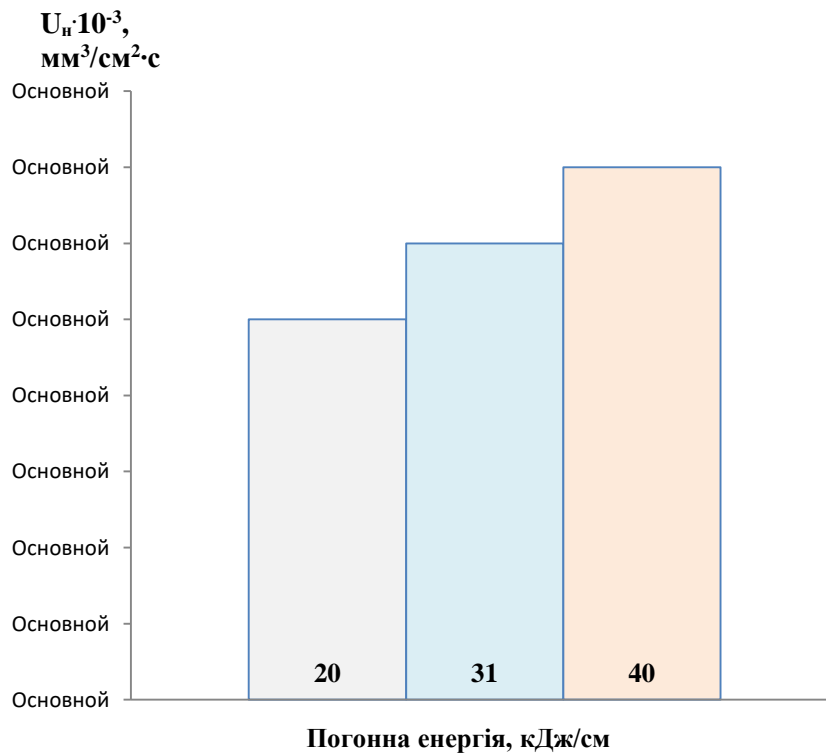


Рисунок 5 – Зміна інтенсивності зношування в залежності від величини погонної енергії при наплавленні механічної суміші складу «20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01»



Таким чином, виходячи з отриманих результатів проведених досліджень, можна рекомендувати наплавку виконувати при силі зварювального струму 250 А і швидкості наплавлення 2,5 мм / с.

**Висновки.** При виконанні даної роботи на основі аналізу науково-технічної літератури встановлено, що найбільшу зносостійкість мають тверді сплави на основі карбідів, одним з яких є карбід титану (TiC).

Карбід титану характеризується високими значеннями твердості, теплостійкості, малими значеннями коефіцієнта тертя по більшості металів і сплавів і порівняно низькою вартістю, що дозволяє його розглядати як один з найперспективніших матеріалів для створення зносостійких покриттів.

Запропоновано технологію отримання наплавочної суміші, що складається з двох основних етапів: 1) змішування і механоактивація порошків Ti, C і матричного матеріалу ПГ-10Н-01 + ПТ-НА-01, здійснення синтезу карбідів з використанням СВС-процесу, 2) дроблення синтезованого композиту типу «TiC + (ПГ -10Н-01 + ПТ-НА-01)» з часткою матричного матеріалу, що дорівнює 30%, додавання матричного матеріалу 80%, змішування і механоактивація.

Мікротвердість покриття, отриманого шляхом наплавлення механічної суміші складу «20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01» на сталеву основу, в 2...2,5 рази перевищує мікротвердість основного металу і досягає 760 НV. Товщина перехідної зони між наплавленим шаром і металом основи становить ~ 200 мкм.

Розміри карбідних частинок, розподілених в металевій матриці, знаходяться в діапазоні від 1 до 1,5 мкм.

Встановлено, що інтенсивність зношування покриття, наплавленого з механічної суміші порошку карбиду титана, отриманого по СВС технології, і ПГ-10Н-01 + ПТ-НА-01 в 1,6 раз менше, ніж покриття ПГ-10Н-01.

Визначено, що зі збільшенням вмісту карбиду титану зносостійкість наплавленого шару збільшується, а ударна в'язкість зменшується.

Зі збільшенням погонної енергії відбувається збільшення інтенсивності зношування наплавлених зразків, що пояснюється підвищенням температури ванни і відповідно розчиненням карбідних частинок.

Виходячи з проведених досліджень, рекомендується наплавку розробленої механічної суміші складу «20% (TiC + (20%ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01)) + 80% ПГ-10Н-01» здійснювати при силі зварювального струму 250 А і швидкості наплавлення 2,5 мм/с.

### Список літератури:

1. Черноиванов В. И. организация и технология восстановления деталей машин / черноиванов В. И. – М. : Агропромиздат, 1989. – 334 с.
2. Черноиванов В. И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В. И. Черноиванов, В. П. Андреев – М. : Колос, 1983. – 287 с.

3. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
4. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки: підруч. / М.І. Черновол, В.Ю. Чекун, В.В. Аулін та ін. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.
5. Восстановление деталей машин : [справочник] / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
6. Нормативный перечень восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники. – М. : ГОСНИТИ, 1987. – 172 с.
7. Нормативы объёмов восстановления деталей на 100 списочных машин. – М. : ГОСНИТИ, 1987. – 78 с.
8. Номенклатура деталей (сборочных единиц), подлежащих восстановлению на предприятиях ГОСКОМСЕЛЬХОЗТЕХТИКИ СССР. – М. : ГОСНИТИ, 1985. – Ч. 1 – 160 с.
9. Рекомендации по определению важности для восстановления номенклатуры деталей. – М. : ГОСНИТИ, 1976. – 51 с.
10. Рекомендации по обоснованию и выбору номенклатуры деталей для восстановления. – М. : ГОСНИТИ, 1978. – 24 с.
11. Явление волновой локализации автотормозящихся твердофазных реакций / Мержанов А.Г., Боровинская И.П., Шкиро В.М. (СССР); диплом № 287. Приор. от 05.07.67, Бюл. 1084, № 32; Вестн. АН СССР, 1984, № 10.
12. Евстигнеев В.В. Получение и исследование наноструктурных детонационных покрытий на деталях машиностроения с использованием механокомпозитов типа  $TiV_2-Cu$  / В.В. Евстигнеев, В.И. Яковлев, С.И. Гибельгауз и др. // Ползуновский вестник. – 2007. - № 4. – С. 155-161.
13. Собачкин А.В. Морфология покрытий из многокомпонентных, предварительно механоактивированных порошков СВС-композитов / А.В. Собачкин, И.В. Назаров, В.И. Яковлев // Обработка металлов. – 2012. - № 3(56). – С. 141-144.
14. Собачкин А. В. Применение метода механостимулированного самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для создания многокомпонентных композиционных наплавочных материалов [Текст] / А.В. Собачкин, В.И. Яковлев, А.А. Ситников // Инновации в машиностроении : труды 4-ой Международной научно-практической конференции / под ред. Х.М. Рахмянова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – С. 287–291.
15. Ситников А.А. Новые порошковые материалы из СВС-композитов для электродуговой наплавки износостойких покрытий / 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.

16. Кухтов В.Г. О возможностях применения СВС-процессов совместно с газотермическим напылением / В.Г. Кухтов, С.А. Лузан, И.В. Сидоренко // Вісник ХНТУСГ. - Вип. 44. - Т. 2. - Механізація сільськогосподарського виробництва. - Харків, 2006. – С. 42-46.
17. Пилипченко О.В. Наплавлення матеріалами СВС-класу / О.В. Пилипченко // Метали, технології та обладнання. – 2009. - № 24. – С. 15-16.
18. Концепция развития СВС как области научно-технического прогресса. Черноголовка: «Территория», 2003. – 368 с.
19. Лузан С.А. СВС-процессы в технологиях упрочнения и восстановления деталей машин наплавкой и газотермическими способами напыления покрытий (обзор) / С.А. Лузан, А.И. Сидашенко, А.С. Лузан // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: 2016. - № 6. – С. 152-162.

## Аннотация

**Свойства покрытий из механоактивированных композиционных СВС-материалов, наплавленных электродуговым способом**  
Сидашенко А.И., Лузан А.С.

*Исследованы свойства наплавленных покрытий из механоактивированных порошковых смесей, состоящих из синтезированных с использованием СВС-процесса карбидов титана и матричного материала. Предложена техно-логия получения наплавочной смеси, которая состоит из двух основных этапов.*

## Abstract

**Properties of coatings from mechanochemically activated composite SHS-materials, the weld arc process**  
A. Sidashenko, A. Luzan

*We investigated the properties of the deposited coatings from mechanochemically activated powder mixtures, consisting of synthesized using SHS process of the titanium carbides and the matrix material. The proposed technology of obtaining the fused mixture, which consists of two main steps.*