

УДК 631.171

TECHNOLOGY OF STRENGTHENING BY THE METHOD OF APPLYING TECHNICAL CERAMICS OF DISK WORKING BODIES OF THE HARROW

ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ МЕТОДОМ НАНЕСЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ КЕРАМІКИ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ БОРІН

Тіхонов Олександр, Дашутін Андрій

*Державний біотехнологічний університет,
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що утворення нікелевого покриття при розкладанні тетракарбонілу нікелю $Ni(CO)_4$ на поверхні частинок оксиду алюмінію Al_2O_3 починається за температури $70^\circ C$. При збільшенні температури реакторі в інтервалі $70...180^\circ C$ швидкість зростання покриттів зростає. При температурі понад $210^\circ C$ починається розкладання парів карбонілу в об'ємі реактора з випаданням високодисперсного порошку нікелю [1-7].

Інтервал оптимальних температур, при якому швидкість зростання нікелевого покриття максимальна і становить $160...170$ мкм/год, лежить у межах $170...210^\circ C$. Встановлений інтервал узгоджується з теоретичними викладками з розрахунку термодинаміки та кінетики ведення процесу газофазної металізації. Збільшення подачі пар тетракарбонілу нікелю підвищує швидкість утворення покриття, проте при досягненні значення 50 л/год не всі пари встигають розкластися на поверхні частинок. В результаті проведених експериментів було отримано три партії металізованого порошку оксиду алюмінію з вмістом нікелю $10,9$; $15,8$ та $23,2\%$ за масою.

Аналіз морфології порошкових частинок з різним вмістом нікелю показує, що на початковому етапі металізації, коли вихідний порошок містить невелику кількість нікелю, покриття складається в основному з окремих острівців, що виникли на центрах. У міру збільшення вмісту металу в порошок відбувається зростання числа центрів кристалізації та їх злиття в суцільну оболонку, що рівномірно покриває кожен порошкову частинку.

Дані хімічного складу отриманих покриттів дозволяють оцінити ступінь вигорання металу під час наплення. Встановлено, що вигорання нікелю лежить у межах $1,3...3\%$.

Проведений рентгенофогоелектронний аналіз з метою виявлення якісного складу покриттів показав, що в отриманих покриттях присутні оксиди нікелю, алюмінати нікелю і алюмінію, а також алюміній (табл. 1). Ці сполуки забезпечують зв'язок між фазами покриття.

Таблиця 1

Хімічний склад плазмових покриттів

№ з/п	Відносний масовий склад, %				Енергія зв'язку, eV		Молекулярний склад	
	Ni	Fe	Mn	Al_2O_3	Ni	Al	Ni	Al
1	9,06	0,19	0,01	90,74	857,4	75,8	$Ni(Al_2O_3)$, Ni_2O_3	$M(AlO_3)$, Al_2O_3
2	12,76	0,23	0,03	86,97	854,8	75,2	NiO	Al_2O_3
3	21,89	0,24	-	77,87	854,5	75,2	NiO, Ni	Al_2O_3 , Al

Морфологія плазмових покриттів із композиційних порошоків показана на рис. 1.

Поверхня має характерну для плазмових покриттів структуру, що складається з розплавлених частинок порошку, які перекриваються. Зі збільшенням вмісту нікелю простежується тенденція до зниження кількості часток, що не розплавився, та підтверджує теоретичні викладки про зниження труднощі плавлення оксидного ядра зі зростанням частки плаваючої оболонки.

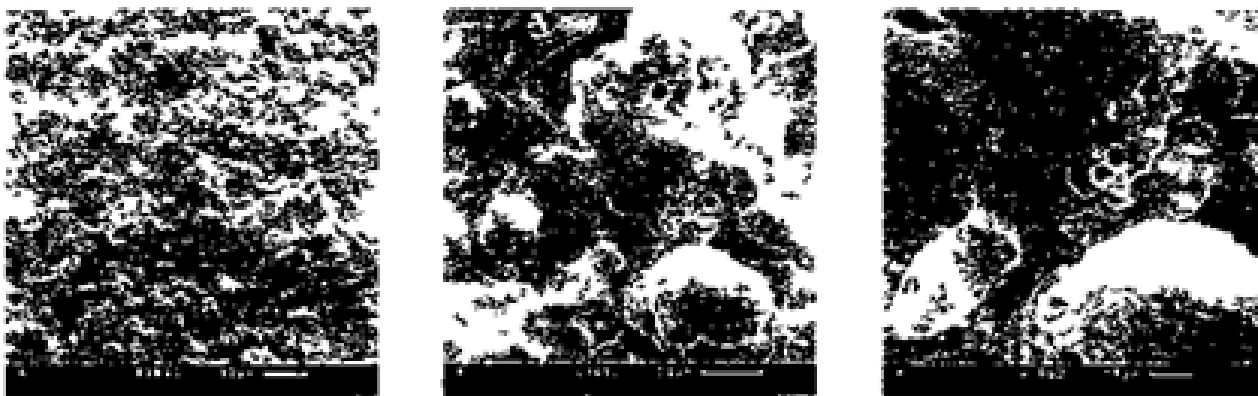


Рис. 1. Морфологія плазмового покриття із композиційного порошку $Al_2O_3 - Ni$ (12,8)

На отриманих зображеннях мікроструктури покриття (рис. 2) чітко видно сформовані шари нікелю, що чергуються з оксидними включеннями. Така структура оптимальна для формування якісного керамічного покриття на поверхні основного матеріалу.

Найбільше значення макротвердості HRC 62 отримано на зразках із вмістом нікелю в покритті 9,1%.



Рис. 2. Мікроструктура плазмового покриття із композиційного порошку $Al_2O_3 - Ni$ (21,9)

Для покриття $Al_2O_3 - Ni$ (12,8%) було отримано значення HRC 59 і це говорить про те, що в отриманому шарі помітнішу роль починає грати пластична нікелева матриця. Нижчу твердість показало покриття із вмістом нікелю 21,9% (HRC 54).

При вимірі мікротвердості досліджуваних зразків було встановлено, що вона коливається в межах для кожного зразка. Для першого зразка виміряти мікротвердість не вдалося внаслідок його тендітного руйнування при додаванні навантаження на індентор. Були отримані такі значення:

Покриття мікротвердість, ГПа:

$Al_2O_3 - Ni$ (12,8%) 4,3 ... 19,2;

$Al_2O_3 - Ni$ (21,9%) 4,3... 15,7.

Аналіз даних по міцності зчеплення показує, що зі збільшенням вмісту нікелю в зносостійкому шарі зростає міцність зчеплення покриття з основним матеріалом. Для покриття $Al_2O_3 - Ni$ (9,1%) значення міцності зчеплення наближається до покриття із чистого Al_2O_3 ($\sigma_{зч} = 10,2$ МПа). Значно вище значення даного параметра спостерігається у покриттів з вмістом нікелю 12,8 ($\sigma_{зч} = 38,4$ МПа) і 21,9% ($\sigma_{зч} = 42,3$ МПа). Ці показники наближаються до параметрів покриття з чистого нікелю ($\sigma_{зч} = 56$ МПа). Руйнування більшості покриттів має адгезійний характер, тобто, відбувається по межі шар - підкладка. Це говорить про те, що міцність зчеплення між фазами перевищує міцність зчеплення матеріалу та основи.

Найвищу відносну зносостійкість під час випробувань показав матеріал $Al_2O_3 - Ni$ (12,8%). Зразок із покриттям з даного порошку втратив у 6,4 рази менше маси, ніж зразок, виготовлений із загартованої сталі 65Г.

Можна припустити, що у шарі з великим вмістом нікелю (21,9%) не формується структури з високою зносостійкістю через велику відстань між оксидними частинками. Дане покриття менш тверде та пластичне; його властивості більшою мірою визначаються властивостями металевої матриці. Найменший вміст металу, що утворює матрицю (9,1%), також призводить до зниження зносостійкості. Нікелевий прошарок у такому покритті стає занадто тонким для утримання твердої фази, і матеріал стає дуже крихким. Крихкості також сприяє оксид нікелю.

Випробування дискових робочих органів борін у реальних умовах експлуатації на середньосуглинистих ґрунтах за середньої вологості 18% показали, що серійні деталі при напрацюванні 30 га зносилися в середньому на 11,6 мм. Зношування дисків, зміцнених напиленням порошку ПГ-УС25, склало в середньому 4,6 мм. Напилення розроблених композиційних покриттів зменшило зношування робочого органу в середньому до 3,4 мм. Плазмове зносостійке покриття з чистого Al_2O_3 відшарувалося з усіх робочих органів дискових після обробки перших двох гектарів. Покриття із вмістом нікелю 9,1% має невисоку міцність зчеплення, тому при досягненні напрацювання 8,5 га починається його відшарування. До кінця випробувань на деталі залишилися лише невеликі острівці напиленого матеріалу. Інші два покриття зберігають повну працездатність до закінчення досвіду.

Досліджувані покриття з композиційних порошків показали відносну зносостійкість в межах 1,8...3,2 порівняно з диском, що випускається серійно. Найкращі результати досягаються при вмісті нікелю у покритті 12,8%.

В цілому експлуатаційні випробування підтверджують висунуті теоретичні передумови і дозволяють зробити висновок про ефективність зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин композиційним матеріалом на основі оксиду алюмінію з нікелевою матрицею.

1. Сідашенко О.І. Тихонов О.І., Лузан С.О. та інші. *Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. Навч. посібник.* Харків: ХНТУСГ, 2017, 361 с.

2. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Скобло Т.С., Тихонов О.В. та інші.; за ред. Сідашенка О.І., за ред. Науменка О.А. *Ремонт машин та обладнання: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Агроосвіта, 2014, 665 с.*

3. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. *Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001, 384с.*

4. Карташов С.Г., Тихонов А.В. *Технологія ремонту режущей кромки дискового робочого органа. /Вісник ХНТУСГ., випуск 76 «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні». Харків, 2009, С. 68-71.*

5. Курасов Р.Л. *Влияние почвы на износ дисковых рабочих органов. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні розробки студентів та молодих науковців в галузі технічного сервісу машин». Харків: ХНТУСГ, 2015, С.47.*

6. Курасов Р.Л. *Способы восстановления рабочих органов. Материалы XII Международного форума молодёжи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке». Харьков: ХНТУСХ, 2016, С.102.*

7. Брагинец Н.В., Шовкопляс А.В. *Анализ конструкций дисковых рабочих органов и теоретическое обоснование повышения эффективности процесса обработки почвы за счет использования более совершенных рабочих органов. Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка «Системотехніка і технології лісового комплексу», «Транспортні технології». Харків, 2011, Випуск 111, С.86-97.*