

УДК 62-408.2

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ АНТИКОРОЗІЙНИХ ПОКРИТЬ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАННЯ

Шеремет Н.М., Дерев'янкіна Л.С., Костіна О.Д.

Донецький національний технічний університет

Металеві конструкції характеризуються високим ступенем ерозійно-корозійного руйнування, що значно знижує їх надійність, тому важливим завданням є пошук прогресивних рішень із запобіганням корозії шляхом напилювання-антикорозійних покриттів.

Газодинамічне напилювання частинок відноситься до сучасних методів модифікації поверхні металів, сплавів і неметалів. Суть методу полягає в напилюванні на оброблювану поверхню порошків чистих металів, хімічних сполук або їх сумішей потоком газу з надзвуковою швидкістю. Для отримання надзвукової швидкості газ попередньо нагрівається і під надлишковим тиском подається в надзвукове сопло (сопло Лавалю). За рахунок адіабатичного розширення газу і різкого зниження тиску в області, розташованій за соплом, дрібнодисперсні частинки порошку втягуються в потік газу, яким вони прискорюються, і, набуваючи необхідну кінетичну енергію, при зіткненні з оброблюваною поверхнею зчіплюються з нею. У цьому процесі температура нагріву газу менше температури плавлення матеріалу частинок, що дало підставу назвати метод «холодним» газодинамічним напилюванням (ХГН) [1, 2].

ХГН – процес, в якому частинки з характерним розміром 10–150 мкм прискорюються в надзвуковому потоці газу до швидкостей 500–1200 м/с і, стикаючись з поверхнею, закріплюються на ній і формують покриття без процесу плавлення. Помірний рівень температур при ХГН створює унікальну можливість для мінімізації теплової взаємодії частинок з прискорюючим їх робочим газом і навколишньою атмосферою (процесів окислення, випаровування високодисперсних фракцій) або навіть повного їх усунення, в тому числі деяких негативних явищ. Основним фізичним механізмом ХГН є високошвидкісна деформація напилюваних частинок при ударі, що призводить до інтенсивних зсувних течій матеріалу на межі контакту і утворення адгезійно-когезійних зв'язків.

Даний метод має високі перспективи для відновлення областей ерозії або зношення, формування структурованих і композитних матеріалів, нанесення антифрикційних, захисних покриттів.

За допомогою ХГН створюють наступні покриття.

1. Металізація кераміки. Найбільш простим способом отримання шаруватих композитних матеріалів є формування металевих покриттів на кераміці. За дослідженнями [1] отримані мідні покриття за допомогою ХГН на електрокераміці з адгезією до 40 МПа. Слід зазначити, що найкращі

коефіцієнти напилювання і адгезії на керамічних підкладках досягаються для покриттів з пластичних металів, зокрема, алюмінію.

2. Металокераміка. В даний час активно розробляються композиційні матеріали на основі карбиду бору, затребувані у виготовленні ріжучих інструментів, броні і покриттів, стійких до гідро- і газотворюючого зносу.

3. Наноструктурні композити. Для отримання композитних покриттів з більш високим вмістом кераміки необхідно використовувати композитні порошкові матеріали. Такі порошки можуть бути виготовлені, наприклад, механохімічним синтезом в кульових млинах. У такому випадку досягається високий вміст кераміки, в тому числі нанодисперсної.

4. Металополімерні композити. Відсутність плавлення порошкових частинок в процесі ХГН дозволяє створювати композити, що містять і метали, і полімери. Невелика добавка фторопласта до міді дозволяє істотно знизити коефіцієнт тертя, що може бути використано, наприклад, при створенні ковзних струмозмінювачів для міського електротранспорту.

Корозія – це мимовільне руйнування металів в результаті хімічного або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Незахищені покриттями метали при експлуатації в умовах помірного, морського, тропічного клімату піддаються корозії, яка може привести до їх руйнування. Тому від корозії металеві поверхні захищають за допомогою антикорозійних покриттів. Антикорозійне покриття – нанесення на поверхню конструкцій захисних шарів покриття на основі органічних і неорганічних матеріалів, зокрема, лакофарбових матеріалів, металів і сплавів. Для уникнення корозійного руйнування металеві конструкції переважно захищають таким чином, щоб вони могли витримувати корозійні напруження протягом терміну служби. Антикорозійне покриття знаходить широке застосування в багатьох галузях промисловості для вирішення цілої низки завдань з нанесення металевих покриттів в машинобудуванні, авіакосмічній техніці, нафто- газовидобутку, в суднобудуванні, атомній енергетиці, залізничному транспорті, ремонті автомобільної і спеціальної техніки, водопостачанні тощо.

Існує два різновиди антикорозійного покриття, утвореного методом ХГН: високого (ХГНВТ) і низького тиску (ХГННТ). Порівняння типових параметрів обладнання для напилення за цими двома способами представлено в таблиці 1.1. У загальному, якість антикорозійних покриттів, нанесених методом ХГНВТ, вище, а вимоги до визначеного розміру часток порошку нижче. Головна перевага методу ХГННТ в нижчій вартості обладнання і його менших габаритах.

При методі ХГННТ зазвичай напилюють різні металеві порошки разом з добавкою керамічних частинок (Al_2O_3 , SiC , TiO_2). У таких покриттів високі антикорозійні, теплопровідні властивості.

Таблиця 1.1 – Порівняння режимів ХГНВТ і ХГННТ

Параметр	ХГНВТ	ХГННТ
Газ	Азот, гелій, суміші	Стиснене повітря
Тиск, бар	7 – 40	6 – 10
Температура нагріву, °С	20 – 550 – 800	20 – 650
Витрата газу, м ³ /хв	0,85 – 2,5 (азот), макс. 4,2 (гелій)	0,3 – 0,4
Витрата порошку, кг/год	4,5 – 13,5	0,3 – 3
Відстань для напилення, мм	10 – 50	5 – 15
Потужність, кВт	17 – 47	3,3
Розмір частинок, мкм	5 – 50	5 – 30

Перед нанесенням антикорозійного покриття необхідно підготувати поверхню. До підготовки поверхні висуваються такі вимоги:

1. Іржа або потріскана фарба, лак повинні бути видалені.
2. Поверхня повинна бути очищена від бруду, масел і висушена.
3. Нанесення антикорозійного покриття проводиться за допомогою спеціального сопла (сопла Лавалю).

Одним з прикладів застосування ХГН антикорозійних покриттів є трубопроводи водопостачання, яким притаманні корозійні пошкодження. Основні матеріали, з яких вони виготовлені – це сталь і чавун. Зниження кількості пошкоджень від корозійних процесів є пріоритетним питанням функціонування підприємств водопровідного господарства в умовах високого матеріального зносу і обмежених фінансових ресурсів. Захист трубопроводів від корозії може бути активним і пасивним. Метод ХГН відносять до активних засобів захисту трубопроводів від зовнішньої корозії.

Перелік посилань

1. Фомин В.М. Холодное газодинамическое напыление / В.М. Фомин, А.П. Алхимов, С.В. Клишков // Теория и практика. – 2013. – 539 с.
2. Архипов В.Е. Газодинамическое напыление. Структура и свойства покрытий / В. Е. Архипов, А.Ф. Лондарский, Г. В. Москвитин // М.: URSS. – 2009. – 239 с.
3. Орлов В.А. Защитные полимерные покрытия для трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения / В.А. Орлов, Е.В. Орлов, Д.И. Шлычков // МГСУ. – 2009. – 5 с.
4. Коррозія металів і сплавів. Терміни та визначення основних понять. [ДСТУ 3830-98] // Стандарти України: – К.: Держстандарт України. – 1999. – 32 с.
5. Костенко І.А. Коррозія та захист металів від корозії: Методичні вказівки / І.А. Костенко, В.М. Челябієва // Чернігів: ЧНТУ. – 2014. – 50 с.