

УДК 621.793

Віктор Удовицький, к. т. н., с. н. с., Петро Турбін, к. фіз.-мат. н., Олександр Кротов, к. фіз.-мат. н.

Науковий фізико-технологічний центр МОН та НАН України, Україна

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ АДГЕЗІЇ ДО МЕТАЛІВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ, НАНЕСЕНИХ МАГНЕТРОННИМ РОЗПИЛЕННЯМ

Viktor Udovitskiy, Ph.D., Senior Researcher, Petro Turbin, Ph.D., Oleksandr Kropotov, Ph.D.

METHODS TO INCREASE THE ADHESION TO METALS OF FUNCTIONAL COATINGS OBTAINED BY MAGNETRON SPUTTERING

Зараз велика увага приділяється створенню нових матеріалів, які б могли працювати в екстремальних умовах, наприклад, при високих температурах та механічних навантаженнях, в середовищах, які потребують хімічної, ерозійної та радіаційної стійкості, тощо. При створенні таких матеріалів великі перспективи мають безкисневі тугоплавкі сполуки – бориди, карбіди, нітриди, силіциди перехідних металів. До них зараз прикута велика увага фахівців оскільки такі сполуки вже дозволили створити і мають значні потенційні можливості створення на їх основі нових матеріалів, які забезпечать подальший прогрес техніки.

На основі безкисневих, зокрема керамічних, сполук можуть бути створені матеріали з великим спектром різних цінних властивостей – високою температурою плавлення, високою (або низькою) електро- та теплопровідністю, високими, а досить часто і рекордними, механічними властивостями. Такі важливі експлуатаційні властивості забезпечують успішне використання цих матеріалів як конструкційної кераміки при створенні різального інструменту, двигунів внутрішнього згорання, або газотурбінних двигунів, хімічно стійких зміцнюючих покриттів поверхонь деталей та механізмів, виготовлених з інших матеріалів. Поєднання хороших діелектричних або напівпровідникових властивостей з високою теплопровідністю забезпечує можливість успішного використання деяких матеріалів в електронній техніці, зокрема, в електроніці великих потужностей.

Аналіз публікацій показує значне зростання інтересу дослідників, як теоретиків, так і експериментаторів, до керамічних матеріалів на основі нітриду алюмінію (AlN) та карбіду кремнію (SiC). SiC знайшов широке використання завдяки багатьом своїм цінним властивостям – стійкості до окислення при високих температурах, механічній міцності, значній теплопровідності, низькому коефіцієнту теплового розширення, напівпровідниковій провідності, яка при відповідному легуванні може мати як n-, так і p-тип. З іншого боку, AlN має високу теплопровідність, хороші діелектричні властивості і значну хімічну стійкість навіть при високих температурах. Тому цікавим і практично корисним є утворення на основі цих сполук нових матеріалів [1]. Відомо, що при поєднанні AlN та SiC можуть бути отримані композитні матеріали або навіть тверді розчини з різним співвідношенням компонентів [2]. Властивості таких матеріалів визначаються їх складом, кристалічною будовою, розмірністю, що визначається технологією їх виготовлення.

Виявлення в композитному матеріалі AlN-SiC радіопоглинаючих властивостей [3] викликає до покриттів на їх основі підвищений інтерес. Вплив електромагнітного випромінювання різної природи на технічні об'єкти і біологічні організми є суттєвим фактором, який необхідно приймати до уваги при розвитку сучасної ВЧ-електроніки. З відкритих публікацій також відомо, що за кордоном інтенсивно проводяться дослідження з розробки протирадіолокаційних покриттів на поверхні літальних

апаратів і в США за програмою «Стелс» вже створені літаки з такими покриттями. В цьому сенсі актуальним також є нанесення і вивчення радіопоглинаючих властивостей покриттів системи AlN-SiC на поверхню різних конструкційних матеріалів.

Однією з головних вимог до функціонального покриття різного призначення при будь-якій технології його нанесення є висока адгезійна міцність нанесеного покриття, яка є основою довготривалої і надійної експлуатації такого покриття в подальшому. Покриття на основі системи AlN-SiC можна наносити різними методами – як хімічними, так і фізичними. В наших дослідженнях відпрацьовується технологія нанесення різних покриттів методом магнетронного розпилення мішеней при живленні магнетрона як постійним, так і ВЧ-струмом. Однією з головних особливостей покриттів, нанесених магнетронним методом, є їх нерівноважність, яка обумовлена значним енергетичним впливом на покриття в процесі його нанесення. Це часто призводить до значних внутрішніх механічних напружень у покритті, що в результаті досить швидко призводить до його руйнування.

В доповіді обговорюються методи підвищення адгезії до металів покриття на основі системи AlN-SiC, нанесеного магнетронним методом. Нами розроблена технологія магнетронного нанесення покриття AlN-SiC з високою адгезією до поверхні різних металів. Основою цієї технології є спеціальна плазмова обробка поверхні підкладки, а також оптимальний режим роботи магнетрона. На рис. 1 приведені фото покриття AlN-SiC з поганою адгезією (зліва) і такого ж покриття з високою адгезією, нанесеного за розробленою технологією (справа).

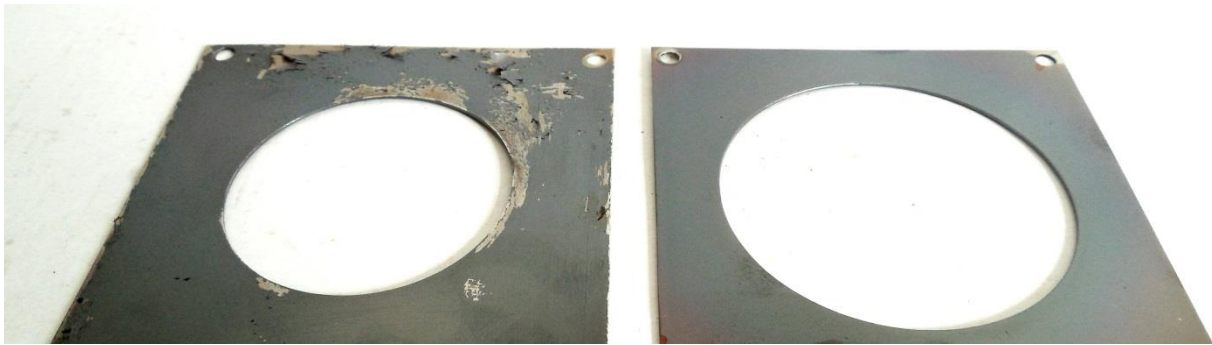


Рис. 1. Покриття AlN-SiC на сталі з поганою і хорошою адгезійною міцністю

Висновок. Матеріали на основі керамічної системи AlN-SiC, зокрема тонкі плівки і товщі покриття на основі цих сполук, вже знайшли і мають значні потенційні можливості практичного використання. Одним із сучасних фізичних методів нанесення таких покриттів є магнетронний метод, який при успішному вирішенні проблемних питань, пов'язаних з адгезією, дозволяє наносити покриття з відтворюваними властивостями і тривалим терміном експлуатації

Література

1. W.J. Kim, Y.-W. Kim, K.-Y. Lim et al. Electrical and thermal properties of SiC-AlN ceramics without sintering additives // Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – Vol. 35. – P. 2715-2721.
2. D. Dallaeva, S. Ramazanov, G. Ramazanov et al. Characterizing SiC-AlN semiconductor solid solutions with indirect and direct bandgaps // Proceedings of SPIE. – 2015. – Vol. 9450. – P. 94501R(7).
3. W. Bu, T. Qiu, J. Xu. Preparation and microwave attenuation performance of AlN-SiC composites // Journal of the Chinese Ceramic Society. – 2003. – Vol. 31. – No 9. – TQ174.