

УДК 538.951

Лазерная наплавка металлокерамических покрытий $\text{TiB}_2\text{-Ni}$ с использованием вакуумной металлизацииЕ.О. Баянова

Научный руководитель: к.т.н., Д.В. Сиделёв

Научный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: eob14@tpu.ru

Laser cladding of metal-ceramic $\text{TiB}_2\text{-Ni}$ coatings using vacuum metallizationE.O. Bayanova

Scientific Supervisor: Ph.D., D.V. Sidelev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: eob14@tpu.ru

Abstract. This paper investigates the effect of vacuum metallization on laser cladding coating. Nickel was deposited by magnetron sputtering on TiB_2 powder, then the coating of Ni and TiB_2 was obtained by laser cladding. $\text{TiB}_2\text{-Ni}$ coatings without and with vacuum metallization were studied by XRD and SEM methods. It was shown that the coating has more uniform morphology when vacuum metallization was used.

Key words: titanium diboride, nickel, laser cladding, protective coating, magnetron sputtering.

Введение

Технология лазерной наплавки подходит для нанесения металлокерамических покрытий, предназначенных для уменьшения эрозии и коррозии изделий в химически активных средах [1]. Но имеется ряд ограничений при получении таких покрытий: высокая пористость, дефектность, возможны нарушения сплошности. Предлагаемый путь их преодоления – предварительная вакуумная металлизация керамической составляющей покрытия. Ожидается, что при оптимальных параметрах обработки металлическое покрытие, нанесенное на порошок, будет связывать воедино порошок керамики и металла. Для металлизации порошка в данной работе выбран метод магнетронного распыления, по той причине, что такие покрытия имеют высокую адгезию и однородную микроструктуру [2–4].

Для исследования использовалось покрытие $\text{TiB}_2\text{+Ni}$, так как TiB_2 имеет высокую твердость, устойчивость к окислению [5, 6], а Ni обладает коррозионной стойкостью и высокой пластичностью.

Таким образом, цель работы – установить влияние вакуумной металлизации на свойства покрытий $\text{TiB}_2\text{-Ni}$, полученных лазерной наплавкой.

Экспериментальная часть

Исходно использовались подложки из стали 12X18H10T. Никелирование осуществлялось при давлении Ar 0,2 Па и при мощности распыления 550 Вт. Были подготовлены порошки TiB_2 различной длительностью обработки: 1 TiB_2 – исходный, 2 TiB_2 – 75 мин, 3 TiB_2 – 150 мин. После керамический порошок смешивался с порошком Ni в массовом соотношении 45:55. Лазерная наплавка проводилась на установке «Луч», спроектированной в НИ ТПУ, при мощности лазерного излучения 80 Вт, скорости его сканирования 13 мм/с и при повышенном давлении аргона 0,5 атм.

Для изучения структурных свойств образцов использовались методы рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии.

Результаты

На рис. 1 представлены спектры дифракции порошка TiB_2 в исходном состоянии и после вакуумной металлизации. По рефлексам на углах 52° и 76° видно, что покрытие из Ni формируется на поверхности частиц порошка TiB_2 .

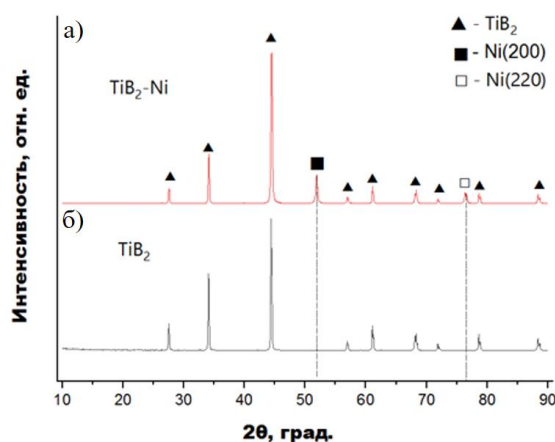


Рис. 1. Спектры рентгеновской дифракции никелированного (а) и исходного порошка (б) TiB_2

На рис. 2 представлены СЭМ-изображения керамического порошка с покрытием из Ni и без него. Результаты показывают, что порошок имеет оскользящую форму и частично покрыт никелем в случае применения вакуумной металлизации.

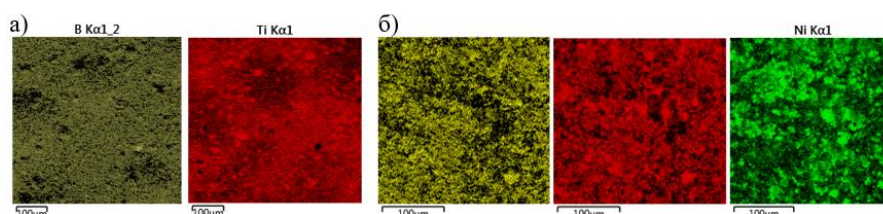


Рис. 2. СЭМ-изображения порошка TiB_2 до никелирования (а) и (б) после

На рис. 3, а–в представлены рентгеновские спектры наплавленных покрытий, где показано, что на поверхности образцов образуется оксиды. Дополнительно была проведена операция шлифования покрытия для удаления поверхностного слоя (0,1 мм). Повторное исследование образцов показало наличие пиков TiB_2 только у образца 1 TiB_2 (рис. 3, е).

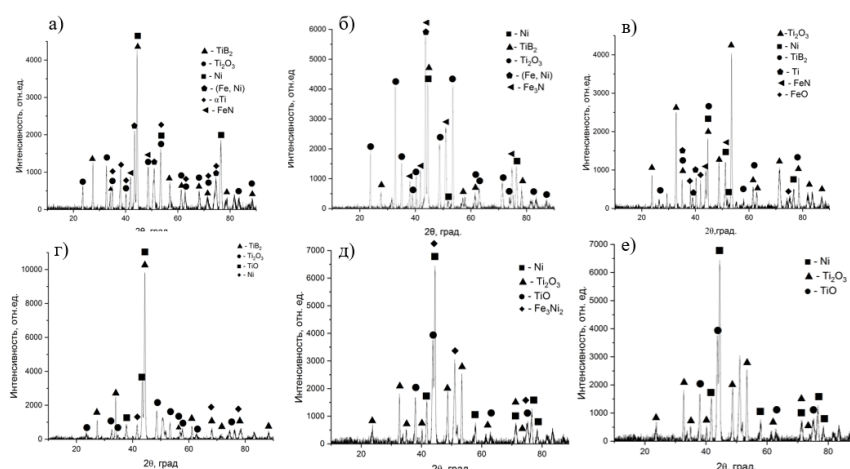


Рис. 3. Рентгеновская дифракция поверхности образцов 1 TiB_2 (а), 2 TiB_2 (б), 3 TiB_2 (в) после наплавки, и образцов 1 TiB_2 (г), 2 TiB_2 (д), 3 TiB_2 (е) после шлифовки

На рис. 4 представлены СЭМ-изображения поверхности образцов. Видно, что наиболее развитую морфологию поверхности имеют образцы 1TiB₂ (рис. 4, а) и 3TiB₂ (рис. 4, б) наиболее однородную морфологию имеет образец 2TiB₂ (рис. 4, в).

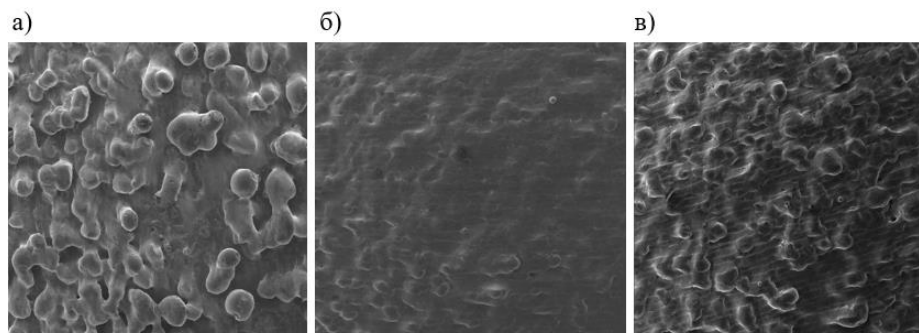


Рис. 4. СЭМ поверхности образцов 1TiB₂ (а), 2TiB₂ (б), 3TiB₂ (в)

Заключение

Показано, что вакуумная металлизация может быть применена для никелирования керамического порошка TiB₂ для его последующего применения в лазерной наплавке. Такой подход позволяет улучшить морфологию получаемого металлокерамического покрытия. Тем не менее, результаты рентгеновской дифракции показывают, что при лазерной наплавке керамическая составляющая TiB₂ распадается до более простых фаз.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках ГЗ "Наука", проект № FSWW-2024-0001.

Список литературы

1. Лобанов М.Л., Кардонина Н.И., Россина Н.Г., Юровских А.С. Защитные покрытия: учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 202 с.
2. Xiaozheng Yu, Zhigang Shen Metal copper films coated on microparticle substrates using an ultrasonic-assisted magnetron sputtering system // Powder Technology. – 2008. – № 187. – P. 239–243.
3. Fernandes C.M., Ferreira V.M., Senos A.M.R., Vieira M.T. Stainless steel coatings sputter-deposited on tungsten carbide powder particles // Surface and Coatings Technology. – 2003. – Vol 176. – P. 103–108.
4. Shishkin A., Khusainova I., Kozlov V., Lisnanskis M., Leroy P., Lemhus D. Metal-coated cenospheres produced by magnetron sputtering: a new precursor to syntactic foams // Metal-polymer matrix composites. – 2018. – № 70. – P. 1319–1325.
5. Vajdi M., Moghanlou F.S., Nekahi S., Ahmadi Z., Motallebzadeh A., Jafarzadeh H., Asl M.S. Role of Graphene Nano-platelets on Thermal Conductivity and Microstructure of TiB₂–SiC Ceramics // Ceramics International. – 2020. – Vol. 46, Is. 13. – P. 21775–21783.
6. Крутский Ю.Л., Черкасова Н.Ю., Гудыма Т.С., Нецкина О.В., Крутская Т.М. Дибориды некоторых переходных металлов: свойства, области применения и методы получения. Часть 1. Дибориды титана и ванадия (обзор) // Дибориды некоторых переходных металлов: свойства, области применения и методы получения. Часть 1 Дибориды титана и ванадия (обзор). – 2021. – № 64. – С. 149–164.