

УДК 621.791.92

ВЛИЯНИЕ ВАРИАНТА ПОДАЧИ ПОРОШКОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ In625/20%TiC, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

Анастасия Андреевна Александрова

магистр 1 года

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: К. О. Базалева,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

В настоящее время при разработке различных металлических конструкций все чаще используются композиционные материалы. Этот класс материалов представляет собой металлическую матрицу, равномерно армированную дисперсными упрочняющими частицами. В качестве матрицы выступают сплавы на основе различных металлов: Fe, Al, Ni, Ti и др., а в роли упрочняющих частиц используются различные промежуточные фазы внедрения: карбиды (SiC, TiC, WC, NbC), оксиды (Al₂O₃, TiO₂), бориды (ZrB₂, TiB₂). Благодаря комплексному механизму упрочнения, композиционные материалы обладают уникальными характеристиками, сочетая свойства металлической матрицы и фаз внедрения [1 - 2].

Одним из перспективных методов получения объемных деталей и покрытий из композиционных материалов является лазерная наплавка. Процесс лазерной наплавки заключается в нанесении на поверхность изделия покрытия путем расплавления основного и присадочного материалов. Присадочный материал – порошок, подается в зону воздействия лазерного излучения коаксиально – симметрично со всех сторон, сжимающимся в фокус конусом. Так как при таком способе нанесения основа подплавляется минимально, свойства покрытия зависят от свойств присадочного материала [3].

Структура и свойства композиционного материала, полученного методом лазерной наплавки, зависит от большого количества технологических параметров, таких как мощность лазера, скорость его сканирования, диаметр фокусирующего пятна, расстояние между треками, толщина наплавляемого слоя, защитная атмосфера и многие другие. Кроме того, большую роль играет способ подачи исходных порошков. В данной работе использовалась отдельная подача порошков матрицы и упрочняющей фазы, а также подача порошка после предварительного смешивания в «пьяной бочке» и в шаровой мельнице. В некоторых литературных источниках высказывается мнение, что предварительное смешивание в шаровой мельнице предпочтительно [4]. В данной работе была поставлена цель: установить, как различные методы смешивания влияют на исходное состояние порошка и на структуру и свойства синтезируемых композиционных материалов.

Объектом исследования в данной работе служил материал, синтезированный из жаропрочного никелевого сплава инконель 625 (состав см. в табл. 1) и карбида титана TiC. Дисперсность исходных порошков составляла 50...140 и 20...50 мкм, соответственно. При отдельной подаче порошки поступали из двух отдельных колб и перемешивались только в ванне расплава; в «пьяной бочке» порошки смешивались в течение 4-х часов; также смешивание проводилось в планетарной шаровой мельнице. При всех способах подачи процентное соотношение порошков 80 % инконеля 625 и 20 % TiC по массе; данное соотношение рекомендуется в литературе как оптимальное [5].

Таблица 1. Химический состав сплава Inconel 625

Элементы, масс. %												
Ni	Cr	Fe	Mo	Nb	Co	Mn	Al	Ti	Si	C	S	P
58,0	20,0-23,0	5,0	8,0-10,0	3,15-4,15	1,0	0,5	0,4	0,4	0,5	0,1	0,015	0,015

В процессе лазерной наплавки порошковая смесь доставлялась в зону обработки коаксиально с помощью Ar с расходом 3 г/мин. Наплавка проводилась с помощью пятикоординатного комплекса, который включает в себя порошковый питатель, иттербиевый волоконный лазер мощностью 3 кВт и технологическую лазерную голову с коаксиальной подачей порошка. В качестве подложки использовалась массивная пластина из стали Ст3. Все наплавленные образцы состояли из десяти слоёв, и их размеры 9×18×12 мм. Также был изготовлен образец, в состав которого входил только сплав инконель 625.

Фазовый состав и структуру исходного порошка, а также синтезированного сплава исследовались методами рентгеновской дифрактометрии, растровой электронной микроскопии и металлографического анализа. На полированных поверхностях наплавленных образцов определялось наличие трещин и пористость объектов. Погрешность определения пористости оптическим методом составляла 5 %. Кроме того, на наплавленных образцах измерялась микротвердость. Измерения проводились с нагрузкой 50 г; погрешность измерений составляла 5 %.

Литература

1. *Батаев А., Батаев В.* Композиционные материалы: строение, получение, применение. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002.
2. *Kaczmar J.W., Pietrzak K., Wlosinski W.* The production and application of metal matrix composite materials // *J. Mater. Process. Technol.*, 2000. – Vol. 106. – P. 58-67.
3. *Smurov I.*, Laser cladding and laser assisted direct manufacturing. *Surface and Coatings Technology*, 202 (2008). – Issue 18. – P. 4496-4502.
4. *Wang L. et al.* Effect of powders refinement on the tribological behavior of Ni-based composite coatings by laser cladding // *Appl. Surf. Sci. Elsevier B.V.*, 2012. – Vol. 258. – № 17. – P. 6697–6704.
5. *Hong C. et al.* Laser metal deposition of TiC/Inconel 718 composites with tailored interfacial microstructures // *Opt. Laser Technol. Elsevier*, 2013. – Vol. 54. – P. 98–109.