

УДК 621.791.92

DOI: 10.17223/00213411/63/5/32

Т.А. КРЫЛОВА, Ю.А. ЧУМАКОВ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА, СТРУКТУРА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА *

При реализации электронно-лучевой наплавки вне вакуума определяющим параметром является поверхностная плотность введенной энергии, которая зависит от тока пучка и скорости поступательного перемещения образца под пучком. Приведены результаты исследования тепловложения при электронно-лучевом воздействии на структуру и свойства полученных композиционных покрытий. Рассмотрены режимы наплавки, при которых ток пучка был равен 25 и 40 мА, скорость перемещения образцов варьировалась в пределах 0.5–2.0 см/с. На основе проведенных исследований выявлено, что с увеличением удельной мощности электронного пучка толщина покрытий, размер зерен дендритов и микротвердость увеличиваются, а объемная доля эвтектики уменьшается. Показано, что при низком тепловложении образуется аустенитно-мартенситная структура, с карбидами в эвтектике и в иглах мартенсита. В случае большого тепловложения образуется аустенитная структура с эвтектической сеткой карбидов. Мартенситная структура возникает только на границе покрытие – подложка в результате интенсивного отвода тепла в глубь материала подложки.

Ключевые слова: электронно-лучевая наплавка, тепловложение, композиционные покрытия, микроструктура.

Введение

Одной из причин разрушения стальных деталей является абразивный износ контактирующих частей. Интенсивный износ также происходит при работе деталей в агрессивных средах. Важным способом борьбы с этим явлением является нанесение упрочняющего покрытия на поверхность стальных деталей. В настоящее время используют различные технологии поверхностного упрочнения и модификации рабочих поверхностей стальных деталей, к которым можно отнести электродуговую [1] и лазерную наплавку [2], плазменное напыление [3], борирование [4] и азотирование [5], ионную имплантацию [6].

Эффективным способом получения защитных покрытий на поверхности конструкционных материалов является метод электронно-лучевой наплавки при использовании пучка релятивистских электронов, выведенного в атмосферу [7]. Данный метод позволяет вести обработку заготовки практически любого размера. При воздействии электронного пучка происходит адиабатический разогрев порошка, а большая скорость формирования покрытия минимизирует окислительное воздействие атмосферы. Экспериментальные исследования показали, что вневакуумная электронно-лучевая наплавка порошков Ti, Mo и C на поверхность низколегированной стали [8] значительно улучшает ее механические свойства. Такие покрытия обладают высокой микротвердостью, а их износостойкость примерно в 2.4 раза выше износостойкости закаленной стали.

При изучении электронно-лучевой наплавки вне вакуума самофлюсующимся сплавом NiCrSiB с добавкой порошковой смеси (Nb–B) были получены упрочняющие покрытия на поверхности низкоуглеродистой стали толщиной ~1.4 мм, обладающие высокой твердостью [9]. Также было показано, что износостойкость покрытия, полученного методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки порошковой смеси NiCrSiB + 35 % (Nb–B), в 1.6 раз выше, чем износостойкость покрытий, полученных плазменным напылением порошка NiCrSiB на стальную подложку.

В [10] проведено исследование износостойкости покрытий, полученных методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки порошка Fe₆₂Cr₁₀Nb₁₂B₁₆ на поверхность низкоуглеродистой стали (ANSI 1010). Были получены покрытия высокого качества без трещин и пор, удельная скорость износа которых была на порядок ниже, чем у стали без покрытия.

Наряду с улучшением механических свойств и коррозионной стойкости сталей, метод вневакуумной электронно-лучевой наплавки используется в этих же целях для титановых сплавов. В [11] были получены интерметаллидные покрытия Ti–Al–Nb на поверхности коммерчески чисто-

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.12.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>