

УДК 621.791.92:621.793.09

Н. Н. Соболева^{1*}, А. В. Макаров^{1,2}, И. Ю. Малыгина¹

¹Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

²Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург

**natashasoboleva@list.ru*

ВЛИЯНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ НА СТРУКТУРУ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ NiCrBSi-ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ

Рассмотрено влияние процессов растворения и выделения упрочняющих фаз при высокотемпературной обработке NiCrBSi-покрытия, сформированного лазерной наплавкой, на микротвердость и абразивную износостойкость при скольжении по закрепленному абразиву.

Ключевые слова: NiCrBSi-покрытие, лазерная наплавка, термическая обработка, микроструктура, трибологические свойства.

N. N. Soboleva, A. V. Makarov, I. Yu. Malygina

EFFECT OF COOLING DURING HIGH-TEMPERATURE PROCESSING ON THE STRUCTURE AND WEAR RESISTANCE OF THE NiCrBSi COATING OBTAINED BY LASER CLADDING

The influence of the processes of dissolution and precipitation of strengthening phases during high-temperature processing of the NiCrBSi laser clad coating on the microhardness and abrasive wear resistance during sliding over the fixed abrasive is considered.

Key words: NiCrBSi coating, laser cladding, heat treatment, microstructure, tribological properties.

Для модифицирования поверхности новых деталей, а также для восстановления изношенных и поврежденных поверхностей эффективно нанесение функциональных покрытий с использованием прогрессивного способа лазерной наплавки. Конечные механические свойства покрытий, сформированных лазерной наплавкой, во многом определяются направленным теплоотводом и быстрой кристаллизацией расплава, а также возможным развитием вторичных фазовых превращений в твердом состоянии [1].

Лазерные покрытия из самофлюсующихся порошков на основе NiCrBSi могут применяться в изделиях, эксплуатируемых при высоких температурах: штампы горячего деформирования, валки и рольганги в станах горячей прокатки, детали теплообменных аппаратов, твердотопливных котлов, турбин и др. [2]. В этой связи важным является научно обоснованный поиск путей повышения термической стабильности структуры и свойств NiCrBSi лазерных покрытий.

В работах [3, 4] для повышения термической устойчивости и расширения возможностей высокотемпературного использования NiCrBSi-покрытий предложен новый способ, который заключается в проведении после лазерной наплавки стабилизирующего отжига при температурах 1000–1075 °С. Отмечено [4], что характеристики лазерного покрытия зависят от скорости охлаждения, температуры отжига и кратности термического воздействия.

Целью работы явилось изучение влияния охлаждения при проведении высокотемпературной обработки на структуру NiCrBSi наплавленного лазером покрытия и получаемые при этом свойства.

При использовании быстрого охлаждения в воде от температуры термообработки установлено, что нагрев NiCrBSi наплавленного лазером покрытия до 1000 °С (с выдержкой 1 ч) вызывает диффузионное растворение частиц Ni₃B и соответствующее снижение микротвердости и сопротивления абразивному изнашиванию. Последовательное замедление скорости охлаждения от 1000 °С при охлаждении образцов на воздухе, с муфельной печью и с вакуумной печью приводит к выделению боридов и силицидов никеля и укрупнению наиболее твердых упрочняющих фаз CrB и Cr₇C₃, формирующих износостойкие структуры каркасоподобного типа. Это приводит к росту твердости и износостойкости до уровней, превышающих характеристики исходного наплавленного покрытия.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
(проект № 19–79–00031).*

*Экспериментальные исследования выполнены на оборудовании
ЦКП «Пластометрия» ИМАШ УрО РАН.*

Литература

4. William E. F. Metal Additive Manufacturing: A Review // Journal of Materials Engineering and Performance. 2014. V. 23 Is. 6. P. 1917–1928.
5. Abrasive wear behaviour of laser clad and flame sprayed-melted NiCrBSi coatings / C. Navas [et al.] // Surface and Coatings Technology. 2006. V. 200. P. 6854–6862.
6. Формирование износостойкого хромоникелевого покрытия с особо высоким уровнем теплостойкости комбинированной лазерно-термической обработкой / А. В. Макаров [и др.] // МиТОМ, 2015. № 3. С. 39–46.
7. Способ получения теплостойкого покрытия: пат. 2492980 Рос. Федерация: МПКВ 23 К 26/34, В 23 К 26/14 / А. В. Макаров, Н. Н. Соболева, И. Ю. Малыгина, А. Л. Осинцева; заявл. 13.04.2012; опубл. 20.09.2013. Бюл. № 26. 6 с.