

В.Н.ЧАЧИН, д-р техн.наук,
М.А.КАРДАПОЛОВА,
Н.В.СПИРИДОНОВ, канд.техн.наук
(БПИ)

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ОПЛАВЛЕНИИ ЛУЧОМ ЛАЗЕРА

Использование лазерного луча для оплавления самофлюсующихся сплавов с легирующими карбидными добавками позволяет избежать ряда недостатков, присущих оплавлению газовой горелкой, в частности неравномерности распределения карбидной фазы по сечению слоя и вследствие этого неравномерности дюрOMETрических и триботехнических характеристик. Кроме того, появляется возможность широкого регулирования скоростей нагрева и охлаждения в процессе оплавления, что позволяет в известных пределах управлять характером структуры покрытия и тем самым его физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Исследованием микроструктуры покрытий сплава ПГ-СРЗ с добавками карбидов вольфрама, бора и хрома, оплавленных лучом лазера непрерывного действия мощностью 800 Вт, установлено, что добавки приводят к увеличению упрочняющей фазы и, кроме того, дополнительно легируют твердый раствор. Гранулометрический состав оказывает значительное влияние на состав и морфологию упрочняющей фазы. При оплавлении сплава с карбидными добавками грануляцией выше 100 мкм происходит только частичное их растворение. При этом характерно равномерное распределение карбидных добавок в оплавленной зоне (рис. 1). Оплавление покрытий сплава с добавками меньшей грануляции приводит к полной их перекристаллизации (рис. 2).

При режимах с относительно небольшими плотностями мощности и малыми скоростями перемещения луча формируется литая равновесная структура с выделениями дендритов упрочняющей фазы с осями 2-го и 3-го порядка. Такой характер структуры объясняется полным растворением первичных кристаллов в перегретом растворе и вторичной их кристаллизацией при небольших скоростях охлаждения.

Увеличение плотности мощности излучения и скорости перемещения луча способствует повышению скорости охлаждения ванны расплава, что приводит к образованию дендритов с меньшим межосевым расстоянием.

При самых жестких режимах формируется метастабильная структура, практически без выделения избыточных фаз. Для таких структур характерно наличие пересыщенного твердого раствора на основе никеля, на что указывает уширение линии никеля на рентгенограмме, и эвтектики $\gamma + \text{Ni}_3\text{V}$.

Если расплав находится относительно длительное время в перегретом состоянии, складываются условия для проплавления подложки, что снижает

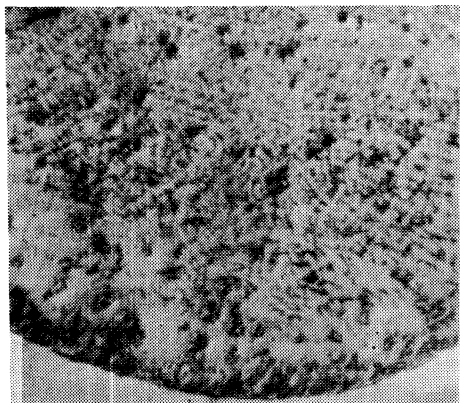


Рис. 1. Структура покрытий из сплава ПГ-СРЗ с добавками 30 % V_4C грануляцией выше 100 мкм после лазерного оплавления ($\times 80$)

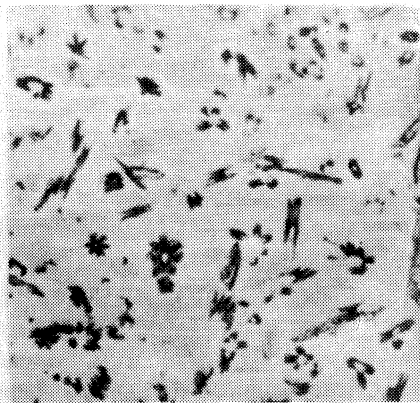


Рис. 2. Структура покрытий из сплава ПГ-СРЗ с добавками 30 % V_4C грануляцией менее 100 мкм после лазерного оплавления ($\times 100$)

диаметрические характеристики покрытия в зависимости от коэффициента перемещения и повышает прочность сцепления покрытия с подложкой.

Представляют интерес эксплуатационные свойства оплавленных лазером покрытий. С одной стороны, мелкодисперсный характер получаемой после лазерного оплавления микроструктуры с высокой степенью однородности предполагает повышение эксплуатационных характеристик, в частности износостойкости. При изнашивании слоев такого типа вторичные структуры, образующиеся за счет хемосорбции кислорода и других компонентов, содержащихся в смазывающем веществе, отличаются большей плотностью и однородностью от пассивирующих пленок, образующихся при изнашивании покрытий с более крупнозернистой структурой. С другой стороны, частичное растворение упрочняющей фазы, а также ее возможное выгорание в процессе воздействия интенсивного лазерного излучения могут быть причинами снижения износостойкости.

Исследование износостойкости покрытий проводили на установке торцового трения в среде – масло индустриальное 20. В качестве контртела служила трубка из ВК-8. Линейный износ определяли на профилографе-профилометре 252 по глубине протертой канавки. Как показали исследования, износостойкость сплава ПГ-СРЗ после оплавления лучом лазера и горелкой примерно одинакова. Однако при режимах лазерной обработки с проплавлением материала основы износостойкость несколько уменьшается, что связано со снижением показателей физико-механических свойств покрытия вследствие ожелезнения сплава. Введение 25...35 % карбидных добавок позволяет повысить в 1,4... 1,6 раза износостойкость оплавленного лазерным лучом покрытия с гарантированным проплавлением поверхности по сравнению с покрытием из чистого сплава, оплавленного горелкой.