

УДК 621.791.72

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НАНЕСЕННЫХ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ ВАЛИКОВ ИЗ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА И БРОНЗЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ

В. К. ШЕЛЕГ, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ЛАПКОВСКИЙ
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Небольшое поперечное сечение валиков, получаемых лазерной наплавкой, и минимальная диффузия материалов валиков позволяют создавать с ее помощью мультимодальные покрытия, состоящие из слоев чередующихся разнородных металлических материалов, обладающих различными физико-механическими свойствами. Для качественного нанесения мультимодальных покрытий методом лазерной наплавки весьма важно исследовать свойства единичных наплавленных валиков из материалов, входящих в его состав.

В данной работе предпринята попытка исследовать распределение микротвердости и элементного состава по глубине валиков из никелевого сплава ПГ-12Н-01 и бронзы ПГ-19М-01. Единичные валики наносились методом лазерной наплавки на технологическом комплексе, включавшем газовый CO_2 – лазер непрерывного действия и координатную систему с числовым программным управлением, обеспечивавшую необходимые перемещения наплавочной головки относительно наплавливаемых образцов. Лазерная наплавка производилась при мощности излучения 1000 Вт, с различными скоростями наплавки. Наплавка выполнялась на образцы из стали 45, имевшие размеры $20 \times 30 \times 8$ мм. Грануляция порошков составляла 20...80 мкм.

Исследования выполнялись на микрошлифах поперечного сечения валиков. Измерения микротвердости производились при помощи микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке 100 г по линии симметрии валиков из основы в покрытие с шагом 0,05 мм. Исследования распределения элементов по глубине валиков проводились на тех же образцах методом микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) на аттестованном микроскопе «Mira» фирмы «Oxford Instruments» (Великобритания).

Изменение микротвердости по глубине валика из сплава ПГ-12Н-01 связано непосредственно с изменением элементного состава материала валика. На рис. 1 представлены зависимости содержания элементов в валике из сплава ПГ-12Н-01. На этом же рисунке показано распределение микротвердости по глубине этого валика в тех же координатах. Из рисунка видно, что элементный состав наплавленного валика из сплава ПГ-12Н-01 сильно отличается от состава исходного порошка. Содержание хрома и кремния близко к табличным значениям и практически не изменяется по глубине валика. Интенсивное перемешивание материалов покрытия и



основы приводит к тому, что количество железа в валике вместо табличных 1,2...3,2 % изменяется по глубине валика от 65 до 52 %, а количество никеля, вместо табличных 80 %, изменяется от 27 до 42 %. Таким образом, материал валика уже не является чисто никелевым сплавом, т. к. в нем содержится значительное количество железа. По этой причине и величина микротвердости в наплавленном валике не превышает 2700 МПа. Количество никеля (и его соединений) содержащееся в различных точках по глубине валика определяет и соответствующую величину микротвердости. Из рис. 1 видно, что при увеличении количества никеля от основы к поверхности покрытия с 27 до 42 % микротвердость материала валика возрастает с 2102 до 2680 МПа.

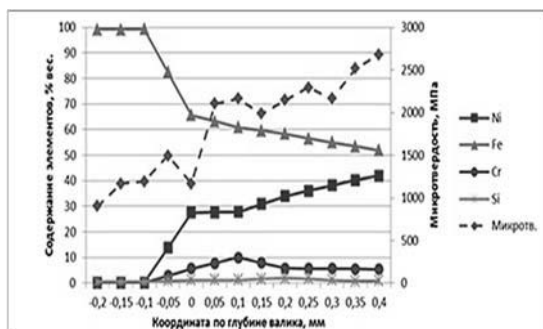


Рис. 1. Распределение элементов и микротвердости по глубине валика из сплава ПГ-12Н-01

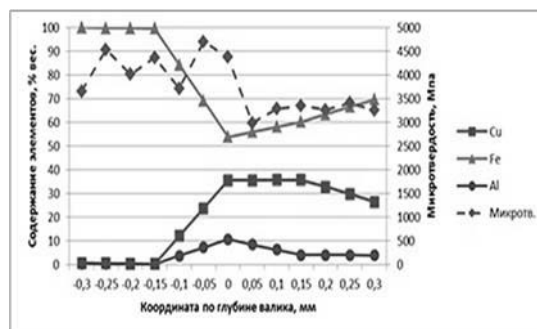


Рис. 2. Распределение элементов и микротвердости по глубине валика из бронзы ПГ-19М-01

Изменение микротвердости по глубине валика из бронзы ПГ-19М-01 также непосредственно связано с изменением элементного состава материала валика. На рис. 2 показаны зависимости содержания элементов в валике бронзы ПГ-19М-01. Здесь же показано распределение микротвердости по глубине этого валика в тех же координатах по глубине валика. Элементный состав наплавленного валика из бронзы ПГ-19М-01 сильно отличается от состава исходного порошка. Если содержание алюминия мало отличается от табличных значений, то содержание железа и меди изменяется значительно из-за интенсивного перемешивания материалов валика и основы в ванне расплава. Так количество железа в валике вместо табличных 4 % изменяется по глубине валика от 56 до 69 %, а количество меди вместо 86 % изменяется от 35 до 26 %. Понятно, что материал валика уже не является чистой алюминиевой бронзой. В связи со значительным содержанием железа величина микротвердости в наплавленном валике достигает 3400 МПа. Скорее всего, количество железа (и его соединений), содержащееся в различных точках по глубине валика, определяет соответствующую величину микротвердости. При увеличении количества железа от основы к поверхности покрытия с 56 до 69 % микротвердость материала валика возрастает с 2980 до 3400 МПа.