

УДК 621.791.72
МИКРОТВЕРДОСТЬ СОСТАВЛЯЮЩИХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО
ПОКРЫТИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ ЕГО НАНЕСЕНИЯ

В. К. ШЕЛЕГ, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ЛАПКОВСКИЙ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

В последнее время из-за исчерпания пределов упрочнения однокомпонентных материалов возросла роль композиционных материалов, в том числе композиционных упрочняющих покрытий. Особое место среди композиционных покрытий занимают так называемые мультимодальные покрытия, в которых имеются несколько значений какого-либо признака (размера частиц упрочняющей фазы, пористости, вида материала), имеющие одинаковую частоту повторения. Лазерная наплавка дает возможность создавать мультимодальные покрытия, состоящие из полосчатых слоев, полученных чередованием материалов с различными физико-механическими свойствами. Схема поперечного сечения такого покрытия из сплава ПГ-12Н-01 и бронзы ПГ-19М-01 показана на рис. 1.

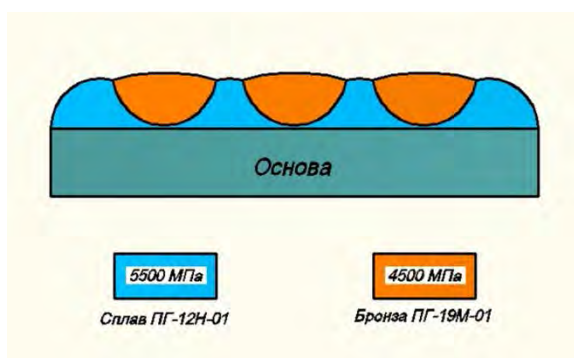


Рис. 1. Схема поперечного сечения мультимодального покрытия

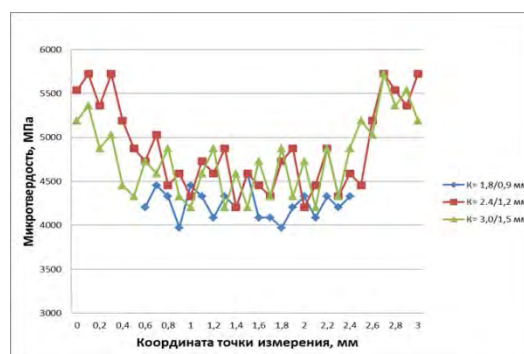


Рис. 2. Распределение микротвердости вдоль поперечного сечения мультимодального покрытия

Распределение микротвердости в таком покрытии в направлении вдоль поперечного сечения слоя параллельно основе представлено на рис. 2. Видно, что в поперечном сечении однослойного мультимодального покрытия наблюдается периодичность изменения микротвердости при переходе из валиков сплава ПГ-12Н-01 в валики бронзы ПГ-19М-01 и снова в валики сплава ПГ-12Н-01. Средняя микротвердость при этом изменяется от 5500 Мпа до 4500 Мпа.

Для определения влияния режимов лазерной наплавки на микротвердость фаз в однослойном мультимодальном покрытии были построены зависимости средней микротвердости фаз сплава ПГ-12Н-01 и бронзы ПГ-19М-01 от скорости наплавки и шага наплавки, показанные на рис. 3–6. Как видно на рис. 3 и 4, средняя микротвердость фаз сплава ПГ-12Н-01 и

бронзы ПГ-19М-01 в мультимодальном покрытии уменьшается при увеличении скорости наплавки. Такие зависимости объясняются уменьшением энерговклада в покрытие при увеличении скорости наплавки. При низких скоростях наплавки энерговклад в покрытие достаточен для образования плотной структуры с зернистостью, имеющей высокую микротвердость. При увеличении скорости наплавки уменьшается энерговклад в покрытие и увеличивается вероятность неполного сплавления материала покрытия по границам зерен, что приводит к уменьшению средней микротвердости.

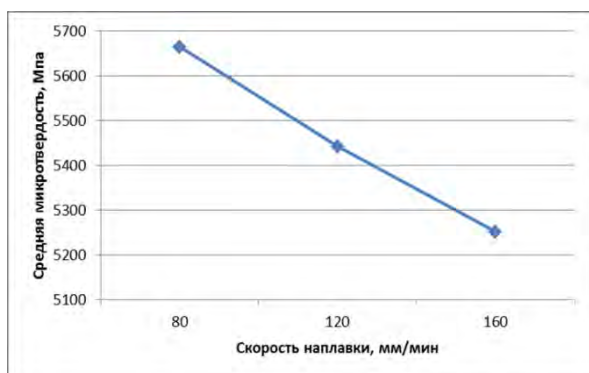


Рис. 3. Зависимость средней микротвердости фазы сплава ПГ-12Н-01 от скорости наплавки

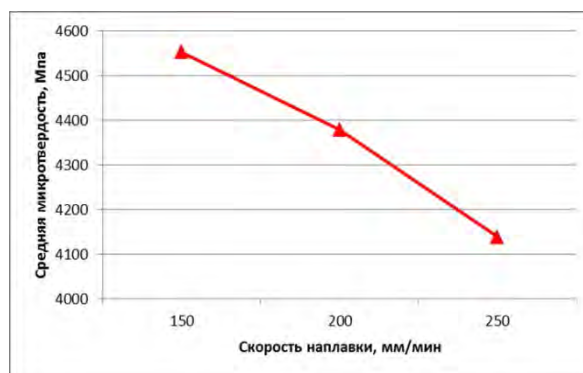


Рис. 4. Зависимость средней микротвердости фазы бронзы ПГ-19М-01 от скорости наплавки



Рис. 5. Зависимость средней микротвердости фазы сплава ПГ-12Н-01 от шага наплавки



Рис. 6. Зависимость средней микротвердости фазы бронзы ПГ-19М-01 от шага наплавки

Зависимости средней микротвердости от шага наплавки (рис. 5, 6) имеют области с повышенной микротвердостью при шаге наплавки одноименных/разноименных валиков 2,4/1,2 мм. При таком шаге наплавки за счет хороших условий нагрева-охлаждения при наплавке соседних валиков в фазах мультимодального покрытия создаются условия для формирования оптимальной зернистости структуры с повышенной микротвердостью. При уменьшении шага наплавки происходит перегрев материалов фаз с увеличением размеров зерен, а при увеличении шага наплавки наблюдается уменьшение энерговклада и ухудшение сцепления материала фаз по границам зерен, в обоих случаях микротвердость уменьшается.