

УДК 621.785:669.14.08.29

DOI: 10.17223/00213411/63/4/144

*В.В. УГЛОВ^{1,2}, Е.А. КРУТИЛИНА¹, В.И. ШИМАНСКИЙ¹, А.К. КУЛЕШОВ¹, Н.Н. КОВАЛЬ³, Ю.Ф. ИВАНОВ³***ТЕПЛОПЕРЕНОС В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ГЕТЕРОГЕННОГО ТВЕРДОГО СПЛАВА Т15К6 ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

Предложена одномерная модель твердого сплава, которая учитывает гетерогенность физических свойств композиционного материала посредством представления его последовательностью частиц карбидов TiC и WC размером 2 мкм. Исследовано влияние плотности энергии высокоинтенсивных импульсных электронных пучков на глубину плавления и микроструктуру модифицированных слоев сплава Т15К6. Полученные теоретические данные по глубине расплавленного слоя согласуются с экспериментально наблюдаемыми. Обнаружено, что с ростом плотности энергии пучка вследствие плавления карбидов сплава происходит образование пересыщенного вольфрамом твердого раствора (Ti, W)C и трансформация WC→W₂C при кристаллизации.

Ключевые слова: *твердый сплав, высокоэнергетическое воздействие, сильноточные электронные пучки, твердый раствор (Ti,W)C, мелкозернистая структура.*

Введение

Воздействие концентрированных потоков энергии (КПЭ) в виде пучков заряженных частиц и потоков плазмы на поверхностные слои спеченных твердых сплавов на основе карбидов переходных тугоплавких металлов (Ti, W) позволяет значительно модифицировать их микроструктуру, фазовый и элементный составы и, как следствие, повысить механические характеристики приповерхностного слоя, в частности, микротвердость и износостойкость [1–8]. При взаимодействии высокоэнергетического потока с поверхностью обрабатываемого материала происходит трансформация кинетической, радиационной и других видов энергии самого пучка в тепловую энергию, сообщаемую непосредственно приповерхностному слою. Именно эта часть передаваемой энергии, а также характер ее «ввода» в приповерхностный слой вносят основной вклад в последовательность структурно-фазовых превращений, происходящих в нем. В зависимости от величины поглощенной энергии возможно осуществление процессов плавления компонентов твердого сплава, а также их испарение, которые определяют результирующее структурное состояние модифицированного слоя после охлаждения материала до исходной температуры.

Предварительное моделирование пространственного распределения температуры в приповерхностном слое твердого сплава в результате воздействия на него КПЭ позволит более точно спрогнозировать результаты эксперимента, тем самым выявить оптимальные режимы обработки материалов для той или иной задачи. Таким образом, большой практический и научный интерес при решении данной проблемы представляет математическое моделирование, которое затруднено ввиду неоднородности фазового состава твердого сплава, требующей учета изменения теплофизических параметров в каждой точке. Так, в [9] твердый сплав рассматривался как однородный изотропный материал, а характеризующие его теплофизические характеристики рассчитывались путем аддитивного вклада каждого его компонента. Такая модель не учитывает гетерогенности твердого сплава, которая играет важную роль в тепловых процессах, происходящих в твердом сплаве. В частности, такой подход не позволяет выявить формирование многослойных структур, в которых имеет место полное либо частичное плавление компонентов твердого сплава. В исследовании [9] была предпринята попытка учесть неоднородный состав твердого сплава путем задания его в виде двумерной системы, составленной из случайно распределенных областей, представляющих собой компоненты твердого сплава: WC, TiC, Co с сохранением относительной доли каждого компонента. Данный подход продемонстрировал хорошее согласование с экспериментом.

Еще одной попыткой учета гетерогенности твердого сплава было представление его как совокупности сферических частиц с определенной объемной долей, находящихся в металлической связке [10]. При этом предполагалось, что в результате высокоэнергетического воздействия на поверхности происходит плавление исключительно связующего материала.

В настоящей работе предлагается провести математическое моделирование пространственного распределения температуры в твердом сплаве Т15К6 после высокоэнергетического пучкового

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>