

УДК 669.295:539.214.9:544.015

DOI: 10.17223/00213411/64/4/63

Ю.Р. КОЛОБОВ^{1,2}, С.С. МАНОХИН¹, Е.В. СУРИКОВ³, Л.С. ЯНОВСКИЙ^{1,3}

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ СТРУКТУРЫ
ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПСЕВДОСПЛАВА W–Cu
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ ***

Методами оптической металлографии, растровой и просвечивающей электронной микроскопии (с возможностью микрорентгеноспектрального анализа) проведено исследование диффузионно-контролируемых процессов эволюции микроструктуры, связанных с диффузией по внутренним поверхностям раздела (границам зерен и субзерен) атомов меди из расположенных на указанных поверхностях частиц меди, в приповерхностных слоях образцов псевдосплава W – 18 вес. % Cu в результате воздействия на поверхность высокотемпературным газовым потоком.

Ключевые слова: псевдосплав, медь, вольфрам, микроструктура, диффузия.

Введение

Известным и широко применяемым на практике классом жаропрочных материалов являются псевдосплавы на основе тугоплавких металлов с двумя или более компонентами, не имеющими взаимной растворимости (W–Cu, Mo–Cu и др), или обладающие униполярной растворимостью (W–Ni, Mo–Ni и др). В настоящей работе исследована система W–Cu, в которой отсутствует взаимная растворимость не только в твердом, но и в жидком состоянии. При этом имеет место значительное различие в коэффициентах термического расширения двух указанных компонентов псевдосплава. Это приводит к возникновению значительных напряжений на границе раздела W/Cu при нагреве до повышенных и высоких температур [1]. Несмотря на все сложности приготовления псевдосплавов с равномерным распределением достаточно крупных (от субмикронного размера до нескольких десятков микрометров) частиц меди, в настоящее время продолжают разрабатываться новые и совершенствоваться существующие способы получения рассматриваемых промышленных псевдосплавов, применение которых в технике заметно расширяется в последние годы. К ним относятся: горячее прессование, плазменное напыление, химическое осаждение из паровой фазы и методы порошковой металлургии, включая металлургию с применением метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС-металлургия) [2]. Указанные методы оказываются достаточно эффективными и сравнительно недорогими из-за того, что процесс спекания порошкового вольфрама ускоряется за счет присутствия порошка меди, которая в жидком состоянии равномерно смачивает границы между частицами порошка вольфрама. Формируемая структура с прослойками медной фазы не является устойчивой. При температуре выше 1173 К происходит зернограничный фазовый переход обволакивания, в результате этого границы зерен перестают быть смоченными и в структуре образуются области, содержащие вольфрам, и отдельные области частиц меди [1, 3–5].

Для улучшения смачиваемости поверхностей порошков вольфрама медью (с целью улучшения технологичности получения псевдосплава и улучшения его механических свойств) необходимо предотвратить образование оксидов этих металлов [6]. Эффективным способом удалить кислород во время взаимодействия меди и вольфрама является введение в порошковую смесь элементов, активных по отношению к кислороду, например, кремния, как это показано в работе на примере псевдосплава W – 20% Cu [7]. В результате добавления кремния происходит формирование сетки кремнийсодержащих включений, в то время как концентрация кислорода и углерода в матрице на основе вольфрама заметно снижается. Наблюдаемый эффект приводит к закреплению межфазных границ и увеличению пластичности рассматриваемого псевдосплава в интервале температур от 80 до 800 °C [8].

* Исследование выполнено при финансовой поддержке госзадания, № госрегистрации AAAA-A19-119100800130-0.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>