

УДК 544.016

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ НЕРАВНОВЕСНЫХ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СПЛАВОВ

Федор Дмитриевич Еремеев

Студент 3 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: В. Н. Симонов,

доктор технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Обычно при проведении химико-термической обработки используют законы диффузии компонента покрытия в матрицу. Решение диффузионных уравнений при различных начальных и граничных условиях позволяют получить распределение компонента покрытия в матрице и определить время необходимое для получения покрытий требуемой толщины. Считается, что покрытия являются неравновесными по отношению к матрице и со временем в процессе эксплуатации продолжается диффузионный процесс компонента покрытия дальше вглубь исходного материала. То есть происходит деградация покрытия и потеря его функциональных свойств. Необходимо ответить на вопросы: в какой степени покрытие неравновесно, почему продолжается остановленный процесс диффузии.

Для того чтобы определить процессы, проходящие в металлах при ХТО, был использован метод эволюционно-энергетического анализа неравновесных процессов диффузии [1]. Для примера выполнен расчет процесса алитирования никеля в среде хлора для получения жаростойких покрытий.

Для построения неравновесной диаграммы в координатах избыточный химический потенциал и концентрация выполняются следующие шаги.

1. Выбираем трехкомпонентную диаграмму состояния с газообразным компонентом при температуре ХТО.
2. На диаграмме выбираем состав массового соотношения реагирующих элементов Ni, Al, Cl.
3. Проводим 2 оси – неравновесного и равновесного состояния.
4. Для определения величины химического потенциала проводим расчет избыточной энергии Гиббса в системе Ni-Al, возникающей за счет образования фаз интерметаллидов в двойной диаграмме Ni-Al.
5. Строим полюс эволюции из геометрических соображений так, чтобы ограничить треугольником область γ -фазы, причем он должен быть равнобедренным.
6. Проводим спираль эволюции, исходящую из полюса, при этом фиксируя точки на прямых равновесного и неравновесного состояния, соответствующие составу предельного насыщения и возникновения последующих фаз.
7. Рассматриваем промежуток диаграммы, соответствующий содержанию Ni от 0 до 50 %, так как при большей концентрации происходит другой процесс.
8. Согласно [2] определяем избыточную энергию Гиббса в интервале выбранных концентраций, выделяющуюся в процессе поглощения алюминия никелем.
9. Соотносим величину избыточной энергии с площадью, ограниченной прямыми неравновесного и равновесного состояния и предельными эволюционными слоями.
10. Строим фигуру равной площади для определения избыточного химического потенциала, в данном случае рационально использовать треугольник – его высота является искомой величиной.

11. Исходя из полученных данных, находим избыточный химический потенциал Ni, учитывая, что Ni и Al совершают одинаковую термодинамическую работу, следовательно, величина избыточного химического потенциала равняется половине высоты треугольника.
12. Сравнив величину избыточного химического потенциала и избыточную энергию Гиббса, выделяющуюся в процессе насыщения, делаем вывод, что после завершения процесса химико-термической обработки система остается в неравновесном состоянии, следовательно, при работе в условиях повышенных температур активируются диффузионные процессы, что приведет к деградации покрытия.

Литература

1. *Симонов В. Н.* Метод эволюционно-энергетического анализа неравновесных превращений в металлических сплавах. // В сб. науч. тр.: *Металловедение. Термическая и химико-термическая обработка сплавов.* – М., 2003. – С. 232-236.
2. *Могунов Б. М., Томилин И. А., Шварцман Л. А.* Термодинамика сплавов железа. – М.: *Металлургия*, 1984. – 284 с.