

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ ТРОЙНЫХ СИСТЕМ Al-Si-V(Nb, Ta)

**Матейко И.В., Шевченко М.А.<sup>(1)</sup>, Кудин В.Г.<sup>(1)</sup>, Шаркина Н.О.<sup>(1)</sup>, Судацова В.С.**

Институт проблем материаловедения им. Францевича, ул. Кржижановского, 3, 03680, Киев, Украина; sud@ipms.kiev.ua

<sup>(1)</sup> Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, ул. Владимирская, 64, 01033, Киев, Украина

Тугоплавкие материалы на основе алюминия и кремния, содержащие переходные металлы, привлекают значительное внимание благодаря уникальным механическим, физико-химическим и электротехническим свойствам. К сожалению, экспериментальное определение комплекса этих параметров, в том числе таких фундаментальных свойств как термодинамические, затруднено вследствие необходимости использования высокотемпературной техники. В данной работе проведено моделирование этих величин на основе данных по диаграммам состояния двойных систем и энтальпий смешения сплавов, известных для систем Al-Si в полном концентрационном интервале, а для Al(Si)-V(Nb, Ta) – в области высокого содержания легкоплавких компонентов. При этом использовалась модель идеальных ассоциированных растворов (ИАР), предполагающая образование в двойных расплавах Al(Si)-M (M=V, Nb, Ta) довольно устойчивых ассоциатов вида Al<sub>3</sub>M, Al<sub>2</sub>M, AlM, AlM<sub>2</sub>, AlM<sub>3</sub>, Si<sub>2</sub>M, SiM, Si<sub>3</sub>M<sub>5</sub>, SiM<sub>2</sub>, SiM<sub>3</sub>. Полученные результаты хорошо объясняют значительные экзотермические эффекты смешения и вид диаграмм состояния. Для этих двойных систем получены такие полиномиальные зависимости интегральных энтальпий смешения:

$$\Delta H_{Al-V} = x_{Al}x_V(-31,1 - 37,6x_V + 3,1x_V^2 - 56,0x_V^3),$$

$$\Delta H_{Al-Nb} = x_{Al}x_{Nb}(-70,8 - 33,0x_{Nb} + 127,8x_{Nb}^2 - 72,0x_{Nb}^3),$$

$$\Delta H_{Al-Ta} = x_{Al}x_{Ta}(-67,8 - 117,7x_{Ta} + 357,7x_{Ta}^2 - 209,7x_{Ta}^3)$$

$$\Delta H_{Si-V} = x_{Si}x_V(-133,4 + 105,7x_V - 812,3x_V^2 + 604,3x_V^3),$$

$$\Delta H_{Nb-Si} = x_{Nb}x_{Si}(-177,0 - 572,4x_{Si} + 1145,0x_{Si}^2 - 555,0x_{Si}^3)$$

$$\Delta H_{Si-Ta} = x_{Si}x_{Ta}(-134,2 - 167,6x_{Ta} - 51,7x_{Ta}^2 + 171,1x_{Ta}^3).$$

Энтальпия смешения расплавов двойной системы Al-Si описана соотношением  $\Delta H_{Al-Si} = -11x_{Al}x_{Si}$ . Энтальпии смешения тройных систем, рассчитанные согласно модели Редлиха-Кистера без тройных параметров:

$$\Delta H_{A-B-C} = \Delta H_{A-B} + \Delta H_{A-C} + \Delta H_{B-C},$$

приведены на рисунке. Их минимумы соответствуют системам Si-V(Nb, Ta).

