

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ СИСТЕМ ЛАНТАНИДЫ – СУРЬМА

Кодиров А.<sup>1</sup>, Рахимов Х.Ш.<sup>1</sup>, Бадалова М.А.<sup>2</sup>, Тсюан Тсзингжи<sup>2</sup>

1- Горно-металлургический институт Таджикистана, Бустон

2-Таджикский технический университета им. М.С. Осими, Душанбе

Abdushka2021@mail.ru ; hayotrahimi95@mail.ru; E-mail: [badalovab@mail.ru](mailto:badalovab@mail.ru);

**Аннотация:** На основе литературных и полученных нами сведений проведен системный анализ температуры плавления интерметаллидов систем лантаниды - сурьма. Проведено математическое моделирование закономерности изменения температуры плавления интерметаллидов зависимости от природы лантанидов.

Согласно подтвержденным сведениям мировые природные запасы сурьмы составляют  $3.9 \cdot 10^6$  т, которые в основном находятся в КНР, Россия и других стран. Таджикистан по запасам сурьмы занимает пятое место в мире и второе среди стран СНГ. Многие сурьма содержащие месторождения богаты редкими, рассеянными и драгоценными металлами. Одним из таких месторождений является Джиджикрутское сурьяно - ртутное таллий и золотосодержащее месторождение. В переработку в ближайшей перспективе будут вовлекаться золотосодержащие руды нижнего горизонта сурьяно-ртутного месторождения Джиджикрута, в котором содержание попутных элементов, в частности золото, значительно больше.

Согласно литературным сведениям в системах лантаниды - сурьма образуются интерметаллидов (ИМ) следующих составов  $\text{Ln}_2\text{Sb}$ ,  $\text{Ln}_5\text{Sb}_3$ ,  $\text{Ln}_4\text{Sb}_3$ ,  $\text{LnSb}$  и  $\text{LnSb}_2$ . Сведения о термических характеристиках ИМ отличаются между собой, а для некоторых вовсе отсутствуют. Нами было проведено системный анализ характеристик, указанных ИМ [1-3]. Полученные наиболее полные сведения позволили установить закономерности изменения температуры плавления ИМ систем лантаниды - сурьма в зависимости от природы лантанидов (рисунок 1).

Графики закономерности изменения температуры плавления ИМ систем  $\text{Sb} - \text{Ln}$  от порядкового номера лантанидов имеют сложный характер с проявлением «тетрад-эффект»-а (рисунок 1). Максимальное изменение температуры плавления ИМ в зависимости от природы лантанидов наблюдается для ИМ с наименьшим содержанием лантанидов состава  $\text{LnSb}_2$ . Особенно резкое изменение температуры плавления наблюдается для лантанидов цериевой подгруппы.

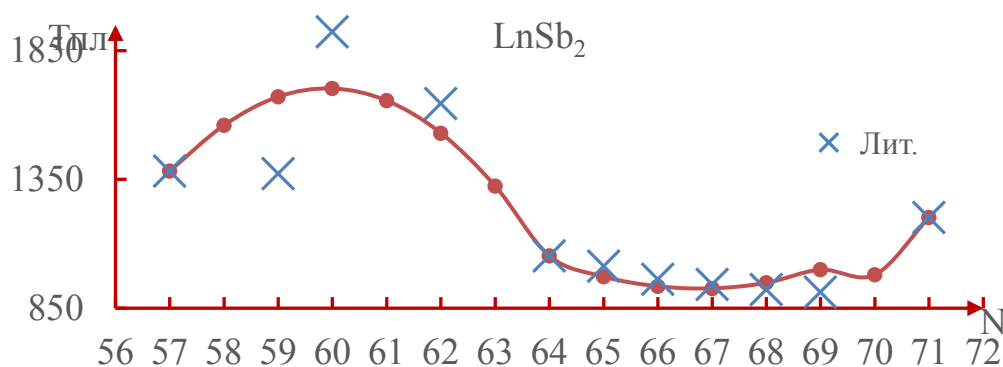


Рисунок 1. Графики зависимости изменения температуры плавления ИМ состава  $\text{LnSb}_2$  от природы лантанидов (N): × - литература; • - расчет.

На основе полученных сведений проведено математическое моделирование закономерности изменения температуры плавления ИМ систем  $\text{Ln} - \text{Sb}$  проведена по

стандартной программе MICROSOFT EXCEL отдельно для цериевой и иттриевой подгрупп лантанидов. Полученные уравнения этих закономерностей приведены в таблице.

Таблица. Уравнения закономерности изменения температуры плавления ИМ систем лантаниды - сурьма от порядкового номера лантанидов

Состав	Подгруппа	Вид уравнение	Тренд	R <sup>2</sup> *
Ln <sub>2</sub> Sb	(а)	$y = -7,1053x^2 + 869,76x - 24792$	П	0,9992
	(б)	$y = -0,6272x^2 + 88,759x - 1340,1$	П	0,9858
Ln <sub>5</sub> Sb <sub>3</sub>	(а)	$y = -1,7294x^2 + 199,61x - 3777,9$	П	0,9776
	(б)	$y = -4,5333x^2 + 602x - 18048$	П	0,9957
Ln <sub>4</sub> Sb <sub>3</sub>	(а)	$y = -3,8501x^2 + 460,35x - 11669$	П	0,9909
	(б)	$y = -5,1429x^2 + 688,57x - 20981$	П	0,9981
LnSb	(а)	$y = -3,536x^2 + 434,74x - 10938$	П	0,9977
	(б)	$y = 3,4381x^2 - 457x + 17570$	П	0,9959
LnSb <sub>2</sub>	(а)	$y = 15,883x^2 - 2122,5x + 71830$	П	0,9995
	(б)	$y = -38,395x^2 + 4599,1x - 136024$	П	0,9996

Примечание: - Ln - лантаниды (а) – цериевой -; (б) – иттриевой подгрупп; R<sup>2</sup> – степень достоверности; x – порядковый номер лантанида; y – температура плавления ИМ; П – полиномиальная.

Расчёты произведены без учёта температуры плавления для ИМ систем европий - сурьма и иттербий - сурьма, которые выпадают из общих закономерностей.

Закономерности изменения температуры плавления ИМ систем Ln- Sb от их состава для всех лантанидов являются идентичными (рисунок 2) независимо от их природы Ln - Sb в зависимости от их состава (соотношение Ln/(xLn+ySb)<sup>0,7</sup>

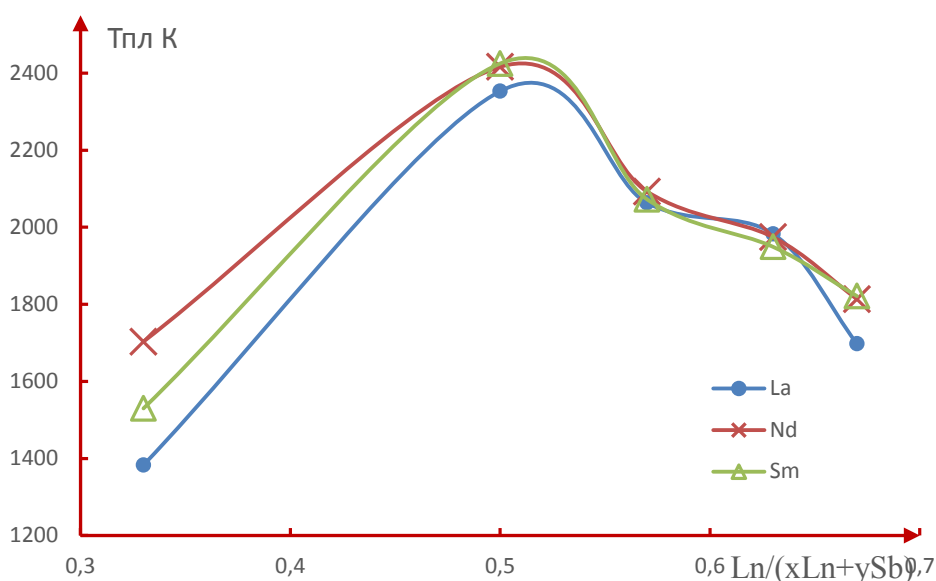


Рисунок 2. График закономерности изменения температуры плавления ИМ систем

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бадалова М.А., Абдусалямова М.Н., Бадалов А. Системный анализ термодинамических свойств интерметаллидов состава  $\text{Ln}_4\text{Sb}_3$  (Ln – лантаноиды) / Вестник ТТУ. - 2015. - 4(32). - С. 39-42.

[2]. Бадалова М.А., Абдусалямова М.Н., Рустамов С.Т. Термохимические характеристики интерметаллидов состава  $\text{Ln}_5\text{Sb}_3$  (Ln-лантаноиды) / Доклады АН Республики Таджикистан. - 2016. - Т.59. -№11-12. - С. 514-518.

[3]. Бадалова М.А., Абдусалямова М.Н., Додхоев Э.С., Бадалов А. Термодинамические характеристики интерметаллидов эквимольного состава  $\text{LnSb}$  (Ln – лантаноиды) / Материалы республиканской научно-практ. конференции, посвященной 10-летию ГМИТ, Чкаловск. - 2016. - С. 15,16.