

УДК 004.942.001.57

И.Н. Ганиев, акад., д-р хим. наук НАН Таджикистана
(ИХ им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Таджикистан);

Ф. Холмуродов, доц., канд. физ.-мат. наук;

А.Г. Сафаров, доц., д-р техн. наук;

Х. Каримов, магистрант, (ФТИ им. С.У. Умарова НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан)

ВЛИЯНИЕ ЛАНТАНА НА УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОЕМКОСТЬ АЛЮМИНИЕВО-ЖЕЛЕЗОВОГО СПЛАВА АЖ2.18

Сплавы алюминия с содержаниями железа и редкоземельных металлов находят применение как проводниковые материалы в различных областях техники и производства (шины, стержни, кабели, провода, авиационные и автомобильные двигатели), эти сплавы используют в электротехнике и электронике [1].

В литературных источниках практически отсутствуют данные о влиянии элементов подгруппы лантаноидов на изменение термодинамических и теплофизических характеристик сплавов Al-Fe, а также анодных и кинетических характеристик этих сплавов [2, 3].

Теплоемкость алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном измеряли в режиме «охлаждения» по методикам, описанным в работах [4-6]. Суть метода заключается в том, что сравниваются скорости охлаждения двух образцов, т.е. исследуемого образца и эталона.

Обработка результатов измерений производилась с помощью программ «MS Excel» и «SigmaPlot», при этом коэффициент корреляции составил $R_{\text{корр.}} \geq 0,998$. Интервал фиксации времени выбран 10 с. В интервале от 40 до 400 °С относительная погрешность измерения температуры составляла $\pm 1,5\%$, при более высоких температурах (>400 °С) $\pm 2,5\%$. В нашем случае погрешность измерения теплоемкости не превышала 1,2% [7].

С целью определения влияния изменения температуры от времени охлаждения образцов из сплава АЖ2.18 с лантаном по сравнению с эталонным образцом (в качестве эталонного образца использован Cu марки «M00» (Cu-M00), были построены термограммы и зависимости скорости охлаждения образцов от температуры, которые показаны соответственно, на рис. 1 а и б. Изменение температуры от времени для образцов рассчитывали согласно выражению:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[(T_1 - T_0) e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (1)$$

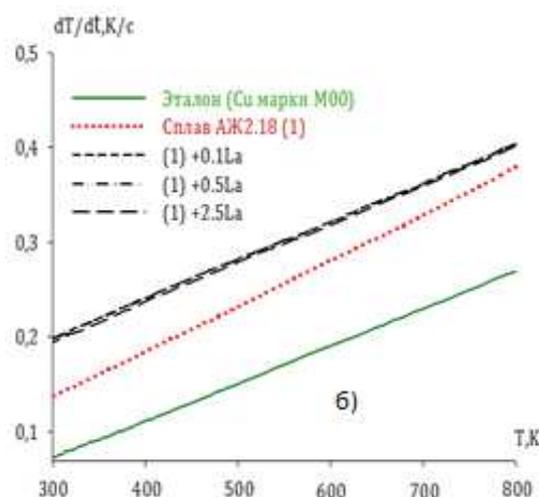


Рисунок 1 – Графики зависимости температуры образцов:
а) от времени охлаждения и б) скорости охлаждения от температуры
для алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном

Значения удельной теплоёмкости (C_p) алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном определялось сравнением с эталонным образцом (Cu-M00), для которого было известно значение удельной теплоёмкости, в температурном диапазоне от 300 до 800 К. Значения C_p для образцов из сплава АЖ2.18 с лантаном описывается выражением:

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3. \quad (2)$$

Значение коэффициентов уравнения (2) представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов a, b, c, d уравнении (2) для
алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном и эталона (Cu марки М00)

Содержание лантана в образцах, мас %	a , кДж/(кг·К)	$b \cdot 10^{-2}$, кДж/(кг·К ²)	$c \cdot 10^{-5}$, кДж/(кг·К ³)	$d \cdot 10^{-9}$, кДж/(кг·К ⁴)	Коэффициент корреляции (R^2)
0.0	-1.37	0.01	-1.68	8.56	0.99
0.1	-1.84	1.44	-2.18	11.5	0.99
0.5	-1.81	1.43	-2.14	11.2	0.99
2.5	-1.51	1.26	-1.82	9.24	0.99
Эталон	0.33	0.03	-0.02	0.01	1.00

В таблице 2 приведены рассчитанные данные удельной теплоёмкости C_p для образцов из сплава АЖ2.18 с различными содержаниями лантана через каждые 100 К. Видно, что в исследованном температурном интервале с ростом температуры теплоемкость алюминиевых сплавов растёт.

Таблица 2 – Температурная зависимость удельной теплоемкости (Дж/(кг·К)) алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном и эталона (Cu марки М00)

Содержание лантана в образцах, мас%	300 К	400 К	500 К	600 К	700 К	800 К
0.0	0.8291	1.1298	1.3000	1.3910	1.4541	1.5407
0.1	0.8501	1.1896	1.3691	1.4576	1.5241	1.6376
0.5	0.8560	1.2024	1.3896	1.4848	1.5552	1.6580
2.5	0.8807	1.2186	1.3942	1.4930	1.5605	1.7121
Эталон	0.3850	0.3977	0.4080	0.4196	0.4251	0.4336

Из таблицы 2 следует, что с увеличением концентрации лантана теплоемкость исходного сплава АЖ2.18 незначительно увеличивается.

Выводы.

1. В режиме «охлаждения» исследована температурная зависимость теплоемкости алюминиевого сплава АЖ2.18 с лантаном.
2. Установлено, что с ростом температуры и содержания лантана теплоемкость сплавов увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pather, P.D. Debye temperatures of silver and aluminium of high temperatures Some new correlation / P.D. Pather, N.P. Shah // J. Phys. Stat. Sol. – 1979. – V. 55a. – № 2. – P. 159–163.
2. The elastic constant for single crystals bismuth and tin from temperature to the melting point / E.W. Kammer, L.C. Cardinal, E.W. Kammer [et al.] // J. Phys. Chem. Sol. – 1972. – V. 33. – P. 1891–1898.
3. Thermal properties of matter, V.10. Thermal diffusivity ed by Touloukian / Plenum. – 1973. – P. 649.
4. Hunkeler F., Bohni H. Mechanism of pit growth on aluminum under open circuit conditions // Corrosion (USA). – 1984. – Vol. 40. – No. 10. – P. 534–540.
5. Умаров М.А., Ганиев И.Н. Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций свинца марки С2 // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20. – № 1. – С. 23–29.
6. Азимов Х.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Ибрахимов Н.Ф. Влияние лития на теплоёмкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АЖ2,18 // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2018. – Т. 16. – № 1. – С. 37–44.
7. Ганиев И.Н., Норова М.Т., Эшов Б.Б., Ибрахимов Н.Ф., Ибрахимов С.Ж. Влияние добавок скандия на температурную зависимость теплоемкости и термодинамических функций алюминий-магниевого сплава // Физика металлов и металловедение. – 2020. – Т. 121. – № 1. – С. 25–31.