



ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn5Al, ЛЕГИРОВАННОГО ХРОМОМ

Рахимов Ф.А. – к.т.н., Хакимов И.Б. – к.т.н. (PhD), Ганиев И.Н. – д.х.н.,
профессор, академик, Обидов З.Р. – д.х.н., профессор

Институт технологий и инновационного менеджмента в городе Куляб
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,
Таджикистан

Изучение тепловых свойств и термодинамических функций цинк-алюминиевых сплавов, легированных третьим компонентом различной концентрации, несомненно, представляет как научный, так и практический интерес. Известно, что цинк-алюминиевые сплавы широко используют как в природе в качестве анодного защитного покрытия стальных изделий и конструкций, так и в производстве коррозионностойких материалов и стальных труб для транспортировки воды, нефти и газа [1].

Цинк-алюминиевые сплавы с содержанием хрома от 0.01 до 0.5 мас.% для исследования получали в печи сопротивления марки СШОЛ. Содержание хрома в сплавах контролировалось с помощью прибора SEM серии AIS-2100 (Южная Корея). Исследуемые объекты имели цилиндрическую форму диаметром 16 и высотой 30 мм.

В режиме «охлаждения» исследованы удельная теплоемкость и коэффициент теплоотдачи легированных хромом сплавов в широком интервале температур по методике, описанной в работе [2]. Для измерения температуры использован измеритель Digital Multimeter UT71B, который позволял прямой фиксации результатов измерений на компьютере в виде таблицы. Вся обработка результатов измерений производилась на компьютере с помощью программы MS Excel, а графики строились с помощью программы Sigma Plot. Значения коэффициента корреляции составляли величину не более $R_{\text{корр.}} > 1.000$, подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции. Результаты исследования в обобщенном виде в таблице.

Экспериментально полученные временные зависимости температуры образцов сплава Zn5Al с хромом описываются уравнением (1):

$$T = 418.7113 \exp(-0.0021997\tau) + 297.4893 \exp(-0.0024674\tau) \quad (1)$$

Дифференцируя уравнения (1) по τ , для определения скорости охлаждения сплавов имеем (2):

$$\frac{dT}{d\tau} = -ab \exp(-b\tau) - pk \exp(-k\tau) \quad (2)$$

Используя значения коэффициента теплоотдачи (α , Вт/К·м²) вычисляли удельную теплоемкость образцов сплава Zn5Al по уравнению (3)

$$C_p = 484.1771 - 0.5739T + 1.3846 \cdot 10^{-3} T^2 - 7.7432 \cdot 10^{-7} T^3 \quad (3)$$

Для расчета температурной зависимости энтальпии, энтропии и энергии Гиббса использовали интегралы от молярной теплоемкости (4):

$$H(T) = \int_{600}^{300} C_p(T) dT, \quad S = \int_{600}^{300} C_p(T) d \ln T, \quad G(T) = H(T) - TS(T) \quad (4)$$

Таблица
Зависимости удельной теплоемкости, энтальпии, энтропии и энергии Гиббса
от температуры для сплавов Zn5Al-Cr и эталона (Cu- марки M00)

Т, К	Добавки хрома в сплаве Zn5Al, мас. %					
	Эталон	0.0	0.01	0.05	0.1	0.5
	Удельная теплоёмкость, Дж/кг·К					
300	384.99	374.39	396.71	373.27	402.88	386.60
400	397.66	435.58	462.69	442.05	477.38	448.10
500	408.01	515.01	546.61	525.50	566.13	525.19
600	416.87	585.44	619.75	598.67	636.77	589.73
Энтальпия, кДж/моль·К						
300	0.711	0.495	0.733	0.689	0.744	0.714
400	39.87	32.96	43.43	41.23	44.50	42.20
500	80.17	82.83	93.87	89.59	96.69	90.85
600	121.41	153.46	152.39	145.99	157.12	146.82
Энтропия, Дж/моль·К						
300	0.0023	0.0016	0.0024	0.0023	0.0024	0.0023
400	0.1149	0.0941	0.1248	0.1184	0.1278	0.1213
500	0.2048	0.2045	0.2370	0.2260	0.2439	0.2295
600	0.2800	0.3328	0.3435	0.3286	0.3539	0.3314
Энергия Гиббса, кДж/моль·К						
300	-0.0022	-0.0015	-0.0022	-0.0021	-0.0023	-0.0022
400	-6.107	-4.699	-6.501	-6.153	-6.6409	-6.3246
500	-22.24	-19.46	-24.64	-23.42	-25.28	-23.92
600	-46.58	-46.22	-53.72	-51.19	-55.23	-52.03

Если тип связи и кристаллическое строение соединения или промежуточной фазы переменного состава не сильно отличаются от таковых для компонентов, то их теплоемкость может быть найдена по правилу аддитивности Неймана-Коппа [3], поскольку хорошо применимо к промежуточным фазам и тем более к твердым растворам. Величина теплоемкости сплавов хорошо согласуется с литературными данными [3].

В целом, проведенные исследования показали, что с ростом содержания хрома и температуры удельная теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а величина энергии Гиббса при этом уменьшается.

Литература

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.



2. Обидов З.Р. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава $Zn_{55}Al$, легированного бериллием, магнием и празеодимом. Теплофизика высоких температур. – 2017. – Т. 55. – № 1. – С. 146-149.

3. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах: справочник. – М.: Металлургия, 1989. – 384 с.