

УДК 669.715: 669.2

З.Ф. Нарзуллоев¹, Дж.Н. Алиев², И.Н. Ганиев³

^{1,2}Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

³Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана

Душанбе, Таджикистан

**ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗА НА ИЗМЕНЕНИЕ
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ
ФУНКЦИЙ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА
Zn55Al**

***Аннотация.** Приведены результаты исследования изменения термодинамических функций цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с железом. Применено известная удельная теплоёмкость эталонного образца из меди с использованием скорости охлаждения образцов.*

***Ключевые слова:** цинково-алюминиевый сплав Zn55Al, режим «охлаждения», железа, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.*

Z.F. Narzulloev¹, J.N. Aliev², I.N. Ganiev³

^{1,2}Tajik Technical University named after academician M.S. Oshimi

³V. Nikitin Chemical Institute of the National Academy
of Sciences of Tajikistan

Dushanbe, Tajikistan

**INFLUENCE OF IRON ON CHANGES IN THE
THERMODYNAMIC
FUNCTIONS OF THE ZINC-ALUMINIUM ALLOY Zn55Al**

***Abstract.** The results of a study of changes in the thermodynamic functions of the zinc-aluminum alloy Zn55Al with iron are presented. The known specific heat capacity of a standard copper sample is applied using the cooling rate of the samples.*

***Keywords:** zinc-aluminum alloy Zn55Al, "cooling" mode, iron, enthalpy, entropy, Gibbs energy.*

Цель работы заключается в исследовании влияния добавки железа на термодинамические функции сплава Zn55Al. Главные прикладные области использования цинка включают строительство, транспорт, товары народного потребления и электроприборы, а также общее машиностроение.

Цинково-алюминиевые сплавы применяются в качестве конструкционного материала в приборостроении, в полиграфической промышленности, в авиационной промышленности, в автомобильной промышленности для изготовления предметов домашнего обихода. Защита от коррозии осуществляется в зависимости от состава

металлических покрытий, свойств коррозионной среды путем изоляции поверхности, или проявляется протекторное действие покрытий при их нарушении. Дополнительное легирование цинка с помощью различных элементов намного повышает указанные свойства и характеристики. В последние годы цинк как основа протекторного материала, используемого в системах электрохимической защиты нефтяных резервуаров, корпусных конструкций судов, аппаратов, судовых систем и других металлоконструкций, получил заслуженное признание [1].

Для исследования нами были получены серия сплавов в шахтной печи электрического сопротивления СШОЛ в интервале температур 500–660°C из цинка марки Ц1 (ГОСТ 3640–94), алюминия марки А7 (ГОСТ 11069–2001) и его лигатуры с железом. Лигатура алюминия с железом (2,18% Fe) предварительно синтезировалась в вакуумной печи под давлением инертного газа. Содержание железа в сплаве Zn55Al составляло, мас. %: 0,05; 0,01; 0,1; 0,5. Взвешивание шихты производили на аналитических весах АРВ-200 с точностью $0,1 \cdot 10^{-6}$ кг. Шихтовка сплавов проводилась с учетом угара металлов. Разогревая печь электрического сопротивления СШОЛ до 700°C, расплавляли алюминий и цинк, затем вводили лигатуры алюминия с железом. Для проведения опыта из полученного расплава отливали в графитовую изложницу образцы диаметром 16 мм и длиной 30 мм.

Исследование изменения термодинамических функций цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с железом проведено по известной удельной теплоемкости эталонного образца из меди с использованием скорости охлаждения образцов [1, 2].

Экспериментальное измерение теплоемкости является основным методом определения термодинамических свойств веществ [3–4]. Измерение теплоемкости проводилось на установке, схема и принцип работы которой представлен в работах [5–6].

Зная удельную теплоемкость эталона $C_{p_1}^0$, скорости охлаждения эталона $\left(\frac{dT}{dt}\right)_1$ и измеряемого образца $\left(\frac{dT}{dt}\right)_2$ и массы образцов m_1 и m_2 , можно рассчитать теплоёмкость неизвестного вещества $C_{p_2}^0$ по следующей уравнении

$$C_{p_2}^0 = \frac{C_{p_1}^0 m_1 \left(\frac{dT}{dt}\right)_1}{m_2 \left(\frac{dT}{dt}\right)_2}. \quad (1)$$

Полученные в ходе эксперимента зависимости температуры образцов от времени охлаждения для цинково-алюминиевого сплава Zn55Al описываются уравнением вида

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

П

ри дифференциации уравнения (2) по t для скорости охлаждения образцов из сплава Zn55Al с железом имеем

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2} \left[-\frac{(T_1 - T_0)}{\tau_1} e^{-t/\tau_1} - \frac{(T_2 - T_0)}{\tau_2} e^{-t/\tau_2} \right]. \quad (3)$$

С применением уравнения (1) и программы *Sigma Plot* для температурной зависимости удельной теплоемкости сплава Zn55Al с железом в интервале температур 300–600К получено уравнение

$$C^0_P = a + bT^2 + cT^3 + dT^4. \quad (4)$$

При вычислении температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса по уравнениям (5) – (7) были применены интегралы от удельной теплоемкости по уравнению (4).

$$[H^0(T) - H^0(T_0)] = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4); \quad (5)$$

$$[S^0(T) - S^0(T_0)] = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3); \quad (6)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)], \quad (7)$$

где $T_0 = 273,15\text{K}$.

В таблице представлены результаты расчета изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса для цинкового сплава Zn55Al с железом через 100 К:

Таблица - Температурная зависимость изменений термодинамических функций цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с железом и эталона (Cu марки M00)

T, К	Эталон	Сплав Zn55Al (1)	(1)+0,01%	(1)+0,05%	(1)+0,1%	(1)+0,5%
$[H^0(T) - H^0(T_0^*)], \text{кДж/кг}$ для сплавов						
300	0,7120	1,2411	1,26988	1,27595	1,28276	1,290312
400	39,8686	69,6924	71,30713	71,6442	72,0274	72,45606
500	80,1679	141,052	144,3264	145,001	145,777	146,6539
600	121,4193	215,649	220,6639	221,683	222,872	224,2241
$[S^0(T) - S^0(T_0^*)], \text{кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ для сплавов						
300	0,0024	0,004033	0,004246	0,00426	0,00428	0,00431
400	0,1154	0,193365	0,205538	0,20651	0,20761	0,20884

500	0,2058	0,342954	0,368345	0,37007	0,37205	0,37428
600	0,2816	0,467235	0,507428	0,50978	0,51251	0,51561
$[G^0(T) - G^0(T_0^*)]$, кДж/кг для сплавов						
300	-0,0042	0,031264	-0,00393	-0,00395	-0,00397	-0,00399
400	-6,27802	-7,65338	-10,9080	-10,95980	-11,0184	-11,0837
500	-22,7266	-30,4249	-39,8460	-40,03390	-40,2482	-40,48810
600	-47,5615	-64,6913	-83,7931	-84,18580	-84,6366	-85,14400

Примечание. * $T_0 = 273,15\text{K}$.

Из таблицы следует, что с ростом температуры и содержания железа энтальпия и энтропия цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с железом увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Увеличение энтальпии и энтропии сплавов от концентрации железа связан с его модифицирующим действием на микроструктуру цинково-алюминиевого твердого раствора в сплаве Zn55Al, и увеличением при этом степени гетерогенности структурных составляющих тройных сплавов.

Список использованных источников

1. Алиев Дж., Обидов З., Ганиев И. Цинк-алюминиевые защитные покрытия нового поколения. Физико-химические свойства цинк алюминиевых сплавов с щелочноземельными металлами. Германия: Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing. - 2013. 130 с.
2. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. - М.: Металлургия. -1986. 247 с.
3. Влияние железа на изменение термодинамических функций цинкового сплава Zn5Al / И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, З.Ф. Нарзуллоев // Химия. Экология. Урбанистика. Материалы всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) Том 1. – 2021. – С. 339–343.
4. Температурная зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функции сплава АК1, легированного стронцием / Ганиев И.Н., Отаджонов С.Э., Иброхимов Н.Ф., Махмудов М. // Теплофизика высоких температур. - 2019. -Т.57. - №1. - С. 26-31.
5. Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов У.Ш., Кабутов К. Температурная зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функции сплава АЖ 4.5 с оловом // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. - 2019. №1. -С. 50-28.
6. Влияние титана на удельную теплоемкость и изменений Термодинамических функций сплава Zn55Al / Ф.М. Аминов, И.Н.

Ганиев, Дж.Н. Алиев, А.Г. Сафаров //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2019. № 1. - С. 26-31.

УДК 674.023

Б.В. Войтеховский, С.А. Гриневич, А.Ф. Аникеенко
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ КРОМОК ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Аннотация. В настоящее время энерго- и ресурсосбережение является одной из наиболее актуальных задач для производства. Одним из направлений решения данной задачи может быть установление рациональных режимов механической обработки древесины и древесных материалов, обеспечивающих требуемое качество обработки при минимальных энергетических затратах.

B.V. Voitechovsky, S.A. Grinevich, A.F. Anikeenko
Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

ENERGY-EFFICIENT MODES OF PROCESSING THE EDGES OF LAMINATED CHIPBOARD BY MILLING

Abstract. Currently, energy and resource conservation is one of the most urgent tasks for production. One of directions for solving this problem can be the setting of rational modes of mechanical processing of wood and wood materials that ensure the required quality of work with minimal energy costs.

В мебельной промышленности широкое распространение нашли ламинированные древесностружечные плиты (ЛДСП). Обработка кромок заготовок из данного вида древесного материала методом фрезерования обеспечивает высокое качество получаемой поверхности. Так как древесностружечные плиты обладают повышенными абразивными свойствами, то в качестве режущего инструмента применяют ножи, изготовленные из материалов, обладающих повышенной износостойкостью (твердые сплавы, алмазы и др.).