

Из приведенных в таблице данных видно, что износостойкость и антифрикционные свойства образцов с покрытиями намного превосходят свойства стандартного алюминиевого поршневого сплава.

Таким образом, исследования газодетонационных покрытий на основе алюмоматричного композиционного материала, напыленных на алюминиевые поршневые сплавы, показали, что комплекс физико-механических свойств покрытий обеспечивает возможность их использования в качестве антифрикционных и износостойких на поршнях дизелей.

Выводы

1. Проведено исследование коэффициента трения покрытий на основе алюмоматричного композиционного материала. Установлено, что минимальное значение коэффициент трения покрытия состава № 1 (70% Al + 30% C + B4C) составляет 0,015 в широком интервале нагрузок от 4,9 до 6,86 МПа. Коэффициент трения покрытия состава № 2 (70% Al + 30% УДА + B4C) достигает своего минимального значения, равного 0,02, при 5,88 МПа.

2. Износостойкость и антифрикционные свойства образцов с покрытиями намного превосходят свойства стандартного алюминиевого поршневого сплава.

Литература.

1. Лобанов В.К., Чуйкова Е.В. Выбор технологии изготовления поршней ДВС / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2007. № 12. С. 10-12.
2. Хрулев А. Современные поршни // Автомобиль и сервис. 2007. № 11. С. 21-23.
3. Т. А. Чернышова и др. Литые дисперсно-упрочненные алюмоматричные композиционные материалы: изготовление, свойства, применение : монография / Ульяновск : Изд-во УлГТУ, 2012. 296 с.
4. Yakovlev V. I., Sobachkin A. V., Sitnikov A. A. Application of Self-Propagating High-Temperature Synthesis and Mechanoactivating Treatment for Producing Multi-Component Composite Alloying Materials // Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 379. P. 173–177.
5. Wu Sh., You Ya., An P., Kanno T., Nakae H. Effect of modification and ceramic particles on solidification behavior of aluminum-matrix composites // Journal of Materials Science. 2002. T. 37. № 9. P. 1855-1860.
6. Son S., Dutro G.M., Zaseck K.M., Vandewalle D.J., Reeves R.V. Combustion modes of nanoscale energetic composites // International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion. 2009. T. 8. № 4. P. 309-319.
7. Особенности формирования покрытий из алюмоматричного углеродсодержащего композиционного материала при газодетонационном напылении / А.В. Собачкин, В.И. Яковлев, А.А. Ситников, М.В. Логинова, С.Г. Иванов, А.П. Свиридов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2015. Т. 12. №4. С. 444-449.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА ХЛОРАТА НАТРИЯ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ

Э.Г. Соболева, к.ф. - м.н., доц., А.Л. Игишева, ст. гр. 10730, В.В. Литвиненко, ст. гр. 10730

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 77762

E-mail: sobolevaeno@mail.ru

Свойства галогенатов натрия изучались и продолжают изучаться практически всеми доступными на современном этапе развития науки методами. Данный объект среди галогенатов натрия демонстрирует наиболее широкую палитру практически важных свойств (от пестицида в виде порошка до нового перспективного лазерного кристалла), завуалированную схему поведения в твердом состоянии при внешних воздействиях, удобную модель для изучения динамики кристаллической решетки в условиях одновременного реального и существенного сочетания разных типов химических связей [1, 2].

Целью настоящего исследования является изучение термодинамических свойств кристалла NaClO₃ в высокотемпературном интервале.

Монокристалл хлората натрия был выращен из водных растворов по методу пересыщения спонтанной кристаллизацией. Монокристаллы NaClO₃ были огранены, в основном, плоскостями куба <100>, но некоторые из них обладали более сложным габитусом, включающем плоскости <110>, <120> и <111>.

Как известно, теплоемкость – одна из важнейших теплофизических (термодинамических) характеристик вещества. Применение теплоемкости для термодинамических расчетов тепловых эффек-

тов химических реакций, тепловых балансов химико-технологических процессов, энтропии, химического равновесия, исследования строения вещества, механизма взаимодействия веществ и т. д. не исчерпывает ее значения. В настоящее время известны точные методы определения теплоемкости в широком интервале температур.

В нашей работе молярная теплоёмкость хлората натрия при постоянном давлении была получена с помощью измерителя теплоемкости ИТ-С-400 в интервале 298-520 К [1, 3]. Соответствующая температура и методика измерений описаны в [1], погрешность определения величины теплоемкости не превышала 10 %.

Известно ограниченное число работ, посвященных теплопроводности кристаллов галогенатов натрия. Транспортную характеристику вещества по передаче тепла – теплопроводность – удобнее всего описывать на языке рассеяния фононов на других фононах, статических несовершенствах решетки или на электронах. В неметаллических кристаллах большая часть теплового потока переносится колебаниями решетки (фононами); лишь при самых высоких температурах преобладающим процессом может стать передача энергии фотонами. Выражение для теплопроводности в рамках кинетической теории газов для простейшего случая, когда все частицы имеют одинаковые скорости (что справедливо для фононов при температурах ниже температуры Дебая), записывается в виде [1]:

$$\lambda_{\ell} = \frac{1}{3} c_v v_{\phi} \Lambda, \quad (1)$$

где c_v – теплоемкость решетки для единицы объема, которая является мерой плотности фононов, v_{ϕ} – скорость фононов (скорость звука), Λ – средняя длина свободного пробега фононов.

При комнатных температурах теплопроводность несколько возрастает с увеличением давления, как показано на рис.1.

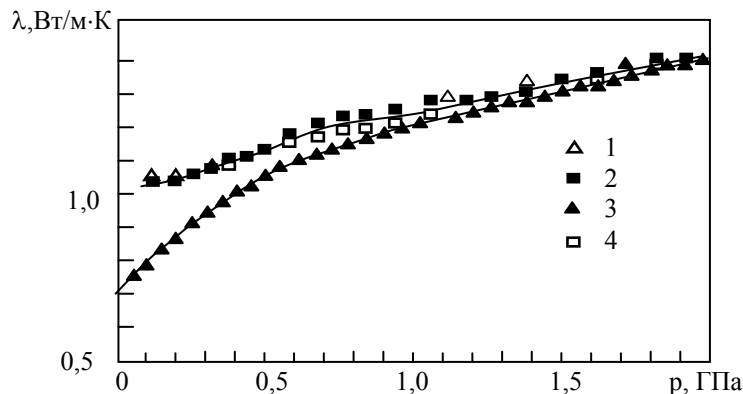


Рис. 1. Теплопроводность NaClO_3 в зависимости от давления ($T = 295 \text{ К}$): 1 – первое увеличение давления от нуля; 2 – первое снижение давления (2 - 0,1) ГПа; 3 – второе увеличение давления (0,1 - 2) ГПа; 4 – второе снижение давления (2 - 0,1) ГПа [1, 4]

Изотермическая зависимость теплопроводности хлората натрия может быть представлена следующим образом (λ в Вт/м·К) [1, 4]:

$$\ln \lambda = A + Bp + Cp^2, \quad (2)$$

где	A	B	C	T, К	p, ГПа
	$1,4547 \cdot 10^{-2}$	$2,2176 \cdot 10^{-1}$	$-3,2391 \cdot 10^{-2}$	295	0,2 – 2,0
	0,836	0,294	-0,112	132	0,2 – 0,8

Путем сравнения полученных результатов по теплоемкости с дебаевскими значениями C_v (θ_D/T) [5, 6] была рассчитана температурная зависимость характеристической температуры θ_D (Т). Температура Дебая $\theta_D(T)$ является очень важным параметром, характеризующим фононный спектр кристалла. Расчет проведен в предположении о незначительности различий C_p и C_v .

Температурные зависимости изменения энтропии и энтальпии определены соответственно по формулам [7]:

$$\Delta S(T) = S(T) - S(300 \text{ K}) = \int_{300}^T \frac{C_p(T)}{T} dT, \quad (3)$$

$$\Delta H(T) = H(T) - H(300 \text{ K}) = \int_{300}^T C_p(T) dT. \quad (4)$$

Для определения изменения энергии Гиббса при нагреве от температуры T_1 до температуры T_2 воспользовались уравнением [7]:

$$G_{T_2}^0 - G_{T_1}^0 = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT - (T_2 - T_1) \cdot S_{T_1}^0 - T_2 \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT, \quad (5)$$

где стандартная энтропия для NaClO_3 $S_{298}^0 = 129,7$ Дж/(моль·К).

Результаты расчетов $\theta_D(T)$, $\Delta S(T)$, $\Delta H(T)$ и $\Delta G(T)$ и приведены в таблице 1.

Таким образом, в результате экспериментального исследования определены температурные зависимости основных теплофизических характеристик кристалла NaClO_3 .

Таблица 1

Сглаженные значения теплоемкости, характеристической температуры Дебая, изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса кристалла NaClO_3

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	θ_D , K	ΔS , Дж/(моль·К)	ΔH , кДж/(моль·К)	ΔG , Дж/(моль·К)
298	99,69	323,0	-	-	-
300	100,04	322,3	0,67	0,20	-260
320	103,70	319,5	7,26	2,24	-2936
340	107,61	316,6	13,68	4,36	-5740
360	111,87	313,2	19,99	6,56	-8678
380	116,59	309,6	26,23	8,85	-11751
400	121,87	305,4	32,43	11,24	-14961
420	127,81	300,4	38,64	13,74	-18312
440	134,52	294,8	44,91	16,37	-21808
460	142,10	287,0	51,28	19,14	-25462
480	150,65	273,9	57,81	22,07	-29283
500	160,27	260,6	64,52	25,19	-33271
520	171,08	241,0	71,48	28,51	-37456

Литература.

1. Беломестных В.Н., Соболева Э.Г. Акустические, упругие и неупругие свойства кристаллов галогенатов натрия.- Томск: Изд. ТПУ, 2009. - 276 с.
2. Мэзон У. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультразвуке.- М.: Изд-во иностр. литературы, 1952. – 447 с.
3. Литвиненко В. В. , Соболева Э. Г. Определение термодинамических параметров хлората натрия в диапазоне температур 298-520 К // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 4-5 Июня 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 78-80.
4. Fransson Eke, Ross R.G. Thermal conductivity, heat capacity and phase stability of solid chlorate (NaClO_3) under pressure. // J. Phys. C: Solid State Phys. 1983. V. 16. №15. P. 2861 – 2869.
5. Debye P., Zur Theorie der spezifischen Warmen, "Ann. Phys.", 1912, Bd 30, S. 789.
6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Статистическая физика, Наука, Москва, 1964, 567 с.
7. Семиохин И.А. Физическая химия: Учебник. Изд-во МГУ, 2001. 272 с.