

4. Получение топливных брикетов из тонкодисперсных отходов угледобычи и углепереработки / А. В. Папин, А. Ю. Игнатова, А. В. Неведров, Т. Г. Черкасова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - № 3. – 2015.
5. Получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин / А.В. Папин, А.Ю. Игнатова, Е.А. Макаревич, А.В. Неведров // Вестник КузГТУ. - 2015. - №3. - С. 107-113.
6. ГОСТ 6382-2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
7. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
8. ГОСТ 11014-2001 Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
9. ГОСТ 147-95 Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
10. ГОСТ 2059-95 Топливо твердое минеральное. Метод определения общей серы сжиганием при высокой температуре. – М.: Изд-во стандартов, 1995.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА NaClO_3 В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ

*А.Л. Игишева, В.В. Литвиненко, студенты гр. 10730,
научный руководитель: Соболева Э.Г., к.ф.-м.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Галогенаты щелочных металлов с общей формулой MXO_3 (М – щелочной металл, X – галоген) представляют собой интересную для теории твердого тела группу соединений, одновременно сочетающих два типа химических связей – ионную между узлами кристаллической решетки и ковалентную между атомами, образующими комплексные анионы XO_3^- . В последние годы интерес к галогенатам натрия усилился в связи с поиском новых кристаллов для лазеров на основе комбинационного рассеяния и рамановских лазерных конверторов.

Целью настоящего исследования является изучение возможных особенностей поведения температурных зависимостей теплоемкости, теплопроводности и термодинамических параметров кристалла хлората натрия.

Монокристалл хлората натрия был выращен из водных растворов по методу пересыщения спонтанной кристаллизацией. Монокристаллы NaClO_3 были огранены, в основном, плоскостями куба $\langle 100 \rangle$, но некоторые из них обладали более сложным габитусом, включающем плоскости $\langle 110 \rangle$, $\langle 120 \rangle$ и $\langle 111 \rangle$.

Молярная теплоёмкость NaClO_3 при постоянном давлении была измерена с помощью измерителя теплоемкости ИТ-С-400 в интервале 298-520 К. Соответствующая температура и методика измерений описаны в [1], погрешность определения величины теплоемкости не превышала 10 %.

На рис. 1 приведен экспериментальный график температурной зависимости теплоемкости $C_p(T)$.

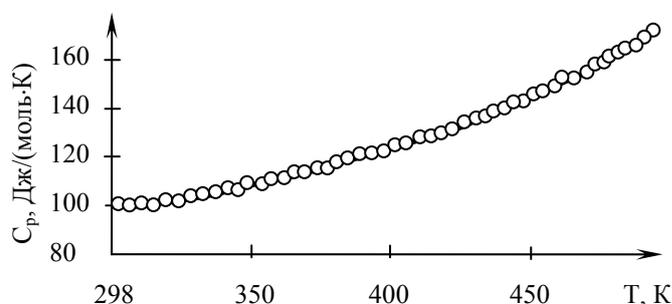


Рис. 1. Температурная зависимость теплоемкости кристалла NaClO_3 [2]

Из рис. 1 видно, что высокотемпературная ветвь кривой $C_p(T)$ при $T > 400$ К демонстрирует несколько повышенную зависимость от температуры, чем следовало бы ожидать для вполне стабильной решётки неполярного диэлектрика за счёт взаимодействия только фононов. Данный факт, объясняется тем, что уже с указанной выше температуры инициируется и постепенно нарастает ориентационный беспорядок дипольных моментов за счет хаотической разориентации молекулярных группировок ClO_3 в последовательных слоях решётки, который, в конце концов, привел бы к фазовому переходу 2-го рода сегнетоэлектрик-параэлектрик с точкой Кюри $T_c=593$ К [3]. Однако ранее при $T \approx 530$ К решётка NaClO_3 теряет динамическую устойчивость и наступает фазовый переход 1-го рода – кристалл плавится.

Известно ограниченное число работ, посвященных теплопроводности кристаллов галогенатов натрия. Транспортную характеристику вещества по передаче тепла – теплопроводность – удобнее всего описывать в модели 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. В [4] для интервала температур (100 - 300) К исследовано влияние давления (до 2 ГПа) на теплопроводность NaClO_3 . При комнатных температурах теплопроводность несколько возрастает с увеличением давления, а при 130 К обнаруживается фазовый переход вблизи давления 1 ГПа (рис. 2). Изотермическая зависимость теплопроводности хлората натрия может быть представлена следующим образом (λ в Вт/м·К) [1]:

$$\ln \lambda = A + Bp + Cp^2, \quad (1)$$

где	A	B	C	T, K	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 .

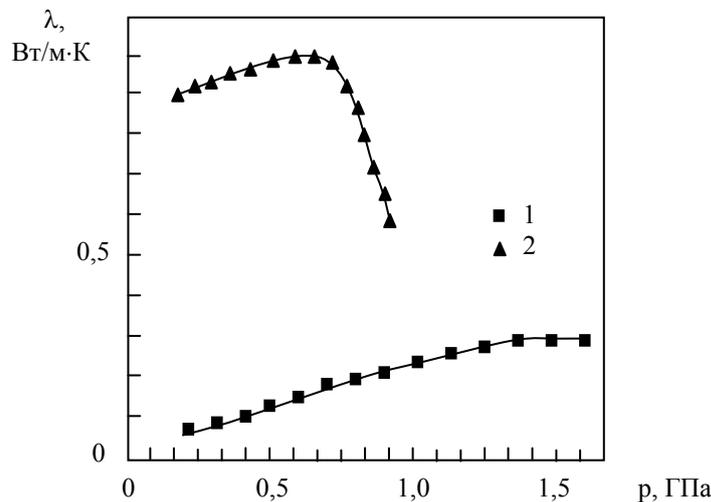


Рис. 2. Теплопроводность NaClO_3 в зависимости от давления при $T = 295$ К (1) и $T = 132$ К (2). Резкий спад теплопроводности на зависимости (2) при $p > 0,8$ ГПа указывает на фазовую нестабильность [4]

Температурные зависимости изменения энтропии и энтальпии определены соответственно по формулам

$$\Delta S(T) = S(T) - S(300 \text{ K}) = \int_{300}^T \frac{C_p(T)}{T} dT, \quad (2)$$

$$\Delta H(T) = H(T) - H(300 \text{ K}) = \int_{300}^T C_p(T) dT. \quad (3)$$

Результаты расчетов $\theta_D(T)$, $\Delta S(T)$ и $\Delta H(T)$ 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 и энтропии кристалла NaClO_3

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

Литература.

1. Беломестных В.Н., Соболева Э.Г. Акустические, упругие и неупругие свойства кристаллов галогенатов натрия.- Томск: Изд. ТПУ, 2009. - 276 с.
2. 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.
3. Мэзон У. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультразвуке.- М.: Изд-во иностр. литературы, 1952. – 447 с.
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.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК МАРГАНЦА И ИНДИЯ

*Е.И. Калабухова, студент гр. Х-143М,
научный руководитель: Рамазанова Г.О., ст. преподаватель
Кемеровский государственный университет,
650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6*

Интенсивное развитие исследований в области получения новых функциональных материалов стимулируется стремлением научного сообщества к разработке методов и средств более рационального использования тех ресурсов, которые еще остались на нашей планете. Также можно выделить некоторые причины интереса к исследованиям в фото- и термостимулированных процессов в материалах. Во-первых, в некоторых практически важных фото- и термостимулированных реакциях утилизация подведенной энергии достигает нескольких десятков процентов. Во-вторых, для обеспечения многих процессов используется свет солнечного диапазона. Для целей энергосбережения всё большее распространения получают различного рода теплоотражающие и рефлекторные покрытия,