

3. Патент 2426110 С1 RU. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н., Конарева И.С. Способ изготовления контрольных образцов для капиллярной дефектоскопии. Заявлено 20.04.2010; опубликовано 10.08.2011 Бюл.№22.

4. Филинов М.В. Обзор зарубежных тест-объектов капиллярного контроля на российском рынке. Контроль. Диагностика. 2008. № 10. с. 32-36.

5. Калиниченко Н. П. , Калиниченко А. Н. , Лобанова (Конарева) И. С. , Попова А. Ю. , Борисов С. С. Технология изготовления и исследование образцов для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля из неметаллов // Измерительная техника.- 2014 - №.5.- С.8-11.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЛОГЕНИДОВ НАТРИЯ ( $NaBr$ , $NaCl$ , $NaF$ , $NaI$ ) В ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУР 293-673 К

*Соболева Э.Г., Игшьева А.Л.*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

*Научный руководитель: Соболева Э.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры  
естественнонаучного образования*

Среди большого класса кристаллических диэлектриков особый интерес представляет изучение ионных кристаллических диэлектриков и, в частности, монокристаллов галогенидов щелочных металлов. Это, прежде всего, объясняется тем, что они служат идеальным объектом для построения и проверки различных моделей кристаллических решеток, теорий дислокационной неупругости, являются модельными объектами в радиационном материаловедении и геофизике.

**Цель работы:** исследование термодинамических свойств галогенидов натрия ( $NaBr$ ,  $NaCl$ ,  $NaF$ ,  $NaI$ ) в температурном интервале 293–673 К методом монотонного охлаждения.

**Задачи исследования:** 1) изучить устройство прибора БИТ-400; 2) измерить теплоемкость галогенидов натрия в интервале 293-673 К; 3) определить для объектов исследования изменения энтропии и энтальпии.

Применение теплоемкости для термодинамических расчетов тепловых эффектов 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. Разрабатываются основы теории теплоемкости для простых твердых веществ и газов. Однако законченной теории теплоемкости для сложных твердых и жидких соединений еще нет. Системный анализ накопленных современных знаний показывает, что теплоемкость сложных твердых соединений является функцией не только температуры, энтропии, давления, объема, но, прежде всего: 1) молекулярной массы; 2) типа, строения химической связи, ее основных характеристик, глубины химического взаимодействия между атомами, деформирующими данную химическую связь; 3) плотности соединения; 4) суммы порядковых номеров атомов молекулы; 5) типа кристаллической решетки соединения; 6) других свойств.

В настоящей работе измерение теплоемкости NaBr, NaCl, NaF, NaI, физические свойства которых представлены в работе [1], проводили с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости БИТ-400. Принцип работы прибора основан на тепловой стимуляции образца с последующим монотонным охлаждением образца и регистрацией процесса охлаждения адиабатической камеры с образцом. Программа «БИТ-400» осуществляет управление теплоизмерительной ячейкой и производит обработку поступившей информации. Прибор позволяет измерять теплоемкость в температурном интервале 293-673 К с шагом 10 К с погрешностью не более 5 %.

В таблице 1 температурная зависимость теплоемкости представлена в виде эмпирического уравнения  $C_p = a+bT+cT^{-2}$ , на основании которого рассчитаны по известным формулам [2, 3] изменения энтальпии  $H_T^0 - H_{293}^0$  и энтропии  $S_T^0 - S_{293}^0$ .

Коэффициенты a, b, c полинома  $C_p$  для ряда веществ [4] Таблица 1

Вещество	$C_p = a+bT+cT^{-2}$ , Дж/моль·К		
	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
NaBr	49,66	8,79	–
NaCl	45,94	16,32	–
NaF	43,51	16,23	-1,38
NaI	52,30	6,78	–

Полученные результаты теплоемкости и термодинамических функций галогенидов натрия приведены в таблицах 2-5. Из представленных результатов видно, что с увеличением температуры

монотонно возрастают молярная теплоемкость и термодинамические функции в исследуем интервале температур.

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaBr Таблица 2

T, K	$C_p$ , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$ , Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$ , кДж/(моль·К)
293	52,24	–	–
333	52,59	6,71	2,10
373	52,94	12,70	4,21
413	53,29	18,11	6,33
453	53,64	23,07	8,47
493	53,99	27,64	10,62
533	54,35	31,89	12,79
573	54,70	35,86	14,97
613	55,05	39,60	17,17
653	55,40	43,13	19,37
673	55,58	44,83	20,48

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaCl Таблица 3

T, K	$C_p$ , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$ , Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$ , кДж/(моль·К)
293	50,72	–	–
333	51,37	6,53	2,04
373	52,03	12,40	4,11
413	52,68	17,75	6,20
453	53,33	22,67	8,32
493	53,99	27,24	10,47
533	54,64	31,52	12,64
573	55,29	35,55	14,84
613	55,94	39,37	17,07
653	56,60	43,00	19,32
673	56,92	44,76	20,45

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaF Таблица 4

T, K	$C_p$ , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$ , Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$ , кДж/(моль·К)
293	46,66	–	–
333	47,67	6,40	2,00
373	48,57	12,11	4,01
413	49,40	17,29	6,05

453	50,19	22,05	8,10
493	50,94	26,45	10,17
533	51,68	30,58	12,26
573	52,39	34,45	14,38
613	53,09	38,11	16,52
653	53,79	41,60	18,69
673	54,13	43,28	19,78

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaI

Таблица 5

T, K	$C_p$ , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$ , Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$ , кДж/(моль·К)
293	54,29	–	–
333	54,56	6,96	2,18
373	54,83	13,17	4,37
413	55,10	18,77	6,56
453	55,37	23,89	8,77
493	55,64	28,60	10,99
533	55,91	32,97	13,22
573	56,18	37,05	15,47
613	56,46	40,87	17,72
653	56,73	44,49	19,98
673	56,86	46,21	21,12

Таким образом, с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости БИТ-400 измерена теплоемкость галогенидов натрия в интервале температур 293-673 К, по экспериментальным данным которой термодинамические свойства объектов исследования.

### Список информационных источников

1. Беломестных В. Н., Соболева Э. Г. Коэффициенты Пуассона щелочно-галогидных кристаллов. Ч.II. Галогениды натрия // Известия Томского политехнического университета. - 2013 - Т. 323 - №. 2. - С. 140-142.
2. Семиохин И.А. Физическая химия: Учебник. Изд-во МГУ, 2001. 272 с.
3. Игишева А.Л. Теплоемкость кристалла NaCl в области температура 293-673 К // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-

практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 563-565.

4. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. – Л.: Химия, 1974 г. – 200 с.

## **РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТА ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

*Иванова А.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

В условиях рыночной экономики перед руководителями стоит задача поддержания и развития эффективного функционирования деятельности предприятия, путем анализа внешней и внутренней среды организации, определения приоритетных путей развития, разработки стратегии по их достижению и управлению [1].

С течением времени подходы к управлению деятельностью организации претерпели значительные изменения. В настоящее время известно более 14 научных подходов, обеспечивающих эффективность и качество управленческого труда.

Одним из данных подходов является процессный подход к управлению, лежащий в основе современных концепций улучшения деятельности, в том числе системы менеджмента качества по стандартам ISO серии 9000.

Процессный подход предполагает регламентацию и стандартизацию действий персонала для достижения стабильного качества выполнения работ и готовой продукции. Внедрение и использование регламентов процессов способствует формированию культуры управления на основе качества, т.е. на основе выявления и обеспечения требований потребителей и заинтересованных сторон.

По всей России, в том числе и в Томской области предприятия активно стремятся прийти к процессному управлению. Несмотря на многочисленные неудачные и поверхностные попытки внедрения процессного управления, следует отметить тенденцию роста интереса к этой проблеме, а с ней и первые успешные шаги предприятий Томска.

ИП Спиркин С.В. (ТМ фабрика мебельных фасадов «Ирбис») является в настоящее время одним из главных производителей мебельных фасадов в Томской области, Новосибирской области и близлежащих городов Сибири. Чтобы успешно конкурировать с