

# ТЕПЛОЕМКОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ИТТРИЙ-ГАДОЛИНИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ БОРАТОВ

## $Y_x Gd_{1-x} Al_3(BO_3)_4$

С.Н.Иванов, Г.В.Егоров

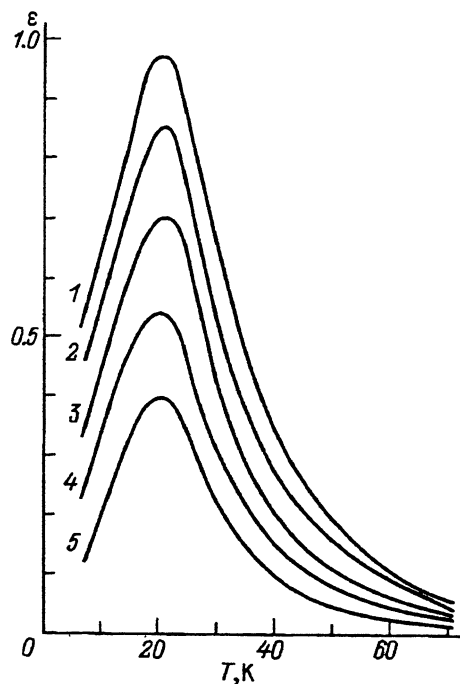
Брянский государственный педагогический институт  
Поступило в Редакцию 27 сентября 1994 года

В [1] была измерена зависимость теплоемкости и характеристической температуры Дебая кристаллов иттрий-алюминиевого и гадолиний-алюминиевого боратов от температуры в интервале 6–300 К. Было установлено, что в области гелиевых температур теплоемкость бората на основе гадолиния существенно превышает теплоемкость бората на основе иттрия. В настоящей работе исследованы зависимости теплоемкости от температуры для серии твердых растворов  $Y_x Gd_{1-x} Al_3(BO_3)_4$  ( $x = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ ) с целью более детального анализа наблюдавшегося в [1] эффекта и его интерпретации.

Методика измерений описана в [1,2]. Погрешность измерений теплоемкости не превышала 5% при 6 К, 3% при 20 К, 2% при 50 К. Измерение теплоемкости осуществлялось в интервале температур 6–100 К, поскольку различия в значениях теплоемкости при температурах больших 100 К не превышают 2–3%. При обработке экспериментальных данных использовался следующий прием: изменение теплоемкости при изменении состава относительно матрицы иттриевого бората  $\Delta C = C_{s.s.} - C_Y$  относилось к величине  $C_Y$ , анализировались зависимости величины  $\varepsilon = \Delta C/C_Y$  от температуры и содержания гадолиния. Данные по теплоемкости кристаллов  $YAl_3(BO_3)_4$  и  $GdAl_3(BO_3)_4$  взяты из [1].

На рисунке приведены зависимости величины  $\varepsilon$  для исследованных твердых растворов от температуры. Относительное изменение теплоемкости с ростом концентрации ионов гадолиния увеличивается примерно по линейному закону, и четко выраженный максимум для всех исследованных образцов достигается при температуре, близкой к 20 К. Максимальное значение  $\varepsilon$ , полученное для кристалла  $GdAl_3(BO_3)_4$ , равно 0.97. Полученные нами зависимости похожи на поведение низкотемпературной теплоемкости твердых растворов иттрий-лютициевого алюминиевого граната  $Y_{3-x}Lu_xAl_5O_{12}$  [3]. В обоих случаях максимальное относительное изменение теплоемкости наблюдается при  $T \sim 20$  К, а пик относительного изменения теплоемкости достаточно острый: уже при  $T \sim 10$  и  $\sim 40$  К величина отношения  $\varepsilon$  значительно уменьшается. Близость максимумов величины  $\varepsilon$  по температуре для кубической решетки граната иттрия-гадолиния может быть достаточно случайной. Кристаллические поля для пары Y–R в разных решетках, определяющие характерные частоты колебаний атомов примеси, оказались довольно близкими по величине, и поэтому наблюдавшийся эффект проявился при близких температурах.

- Появление максимума в температурной зависимости теплоемкости обусловлено, на наш взгляд, различием масс редкоземельных ионов и



Зависимость относительного изменения теплоемкости  $\varepsilon = \Delta C/C_{\gamma}$  от температуры и содержания гадолиния.

$\Delta C = C_x - C_{\gamma}$ , где  $C_{\gamma}$  — молярная теплоемкость кристалла  $YAl_3(BO_3)_4$ ,  $C_x$  — молярная теплоемкость кристаллов: 1 —  $GdAl_3(BO_3)_4$ , 2 —  $Y_{0.1}Gd_{0.9}Al_3(BO_3)_4$ , 3 —  $Y_{0.2}Gd_{0.8}Al_3(BO_3)_4$ , 4 —  $Y_{0.3}Gd_{0.7}Al_3(BO_3)_4$ , 5 —  $Y_{0.4}Gd_{0.6}Al_3(BO_3)_4$ .

массы иона иттрия ( $M_{Gd,Lu}/M_Y \simeq 2$ ), а также проявлением вклада квазилокальных колебаний в теплоемкость кристалла [4]. Квазилокальные колебания ионов лютеция в решетке граната идентифицированы методом рассеяния медленных нейтронов [5] и рядом акустических экспериментов [6]. В акустических экспериментах [7] наблюдались характерные частоты колебаний редкоземельных ионов в решетке бората иттрия.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 94-02.05504.

#### Список литературы

- [1] Иванов С.Н., Егоров Г.В. ФТТ **33**, 2, 626 (1991).
- [2] Сирота Н.Н., Антюхов А.М., Новиков В.В., Федоров В.А. ДАН СССР **259**, 2, 362 (1981).
- [3] Антюхов А.М., Моисеев Н.В., Смирнова С.А., Лысенко Т.М. Изв. АН СССР. Неорган. материалы **26**, 8, 1695 (1990).
- [4] Косевич А.М. Физическая механика реальных кристаллов. Киев (1981), 328 с.
- [5] Морозов С.И., Данилкин С.А., Закуркин В.В., Иванов С.Н., Медведь В.В., Ахметов С.Ф., Давыдченко А.Г. ФТТ **25**, 4, 1135 (1983).
- [6] Иванов С.Н., Медведь В.В., Котелянский И.М., Хазанов Е.Н. ФТТ **28**, 10, 2941 (1986).
- [7] Гуляев Ю.В., Иванов С.Н., Котелянский И.М., Леонюк Н.И., Маклецов А.Н., Медведь В.В., Поткин Л.И., Тимченко Т.И. Письма в ЖТФ **12**, 1, 18 (1986).