

Необычное поведение теплопроводности нанокompозита. Кристаллический NaCl в опале

© Л.И. Арутюнян, В.Н. Богомолов, Н.Ф. Картенко, Д.А. Курдюков, Л.С. Парфеньева, И.А. Смирнов, Н.В. Шаренкова, А. Ежовский*, Я. Муха*, Х. Мисерек*

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, 194021 Санкт-Петербург, Россия

* Институт низких температур и структурных исследований Польской академии наук, 50-950 Вроцлав, Польша

(Поступила в Редакцию 2 сентября 1997 г.)

Получен образец нанокompозита на основе опала и введенного в его поры NaCl. Для этого опал пропитывался насыщенным раствором NaCl при комнатной температуре. Теплопроводность нанокompозита измерена в интервале температур 4.2–300 К. Эффективная теплопроводность нанокompозита оказалась равной теплопроводности чистого опала. Обнаруженный эффект можно объяснить тем, что NaCl располагается в порах опала в виде не соприкасающихся между собой игл, и, таким образом, тепловой поток по нему отсутствует.

Теплопроводность нанокompозита на основе синтетического опала была исследована нами в работах [1–4]. В них подробно обсуждались структура опалов и специфические особенности образования нанокompозитов на их основе.

последнего связывалось нами с присутствием в части закрытых пор опала переохлажденной воды, которая при кристаллизации образовывала в порах ледяные иглы, не соприкасающиеся друг с другом, что приводило к отсутствию теплового потока по ним.

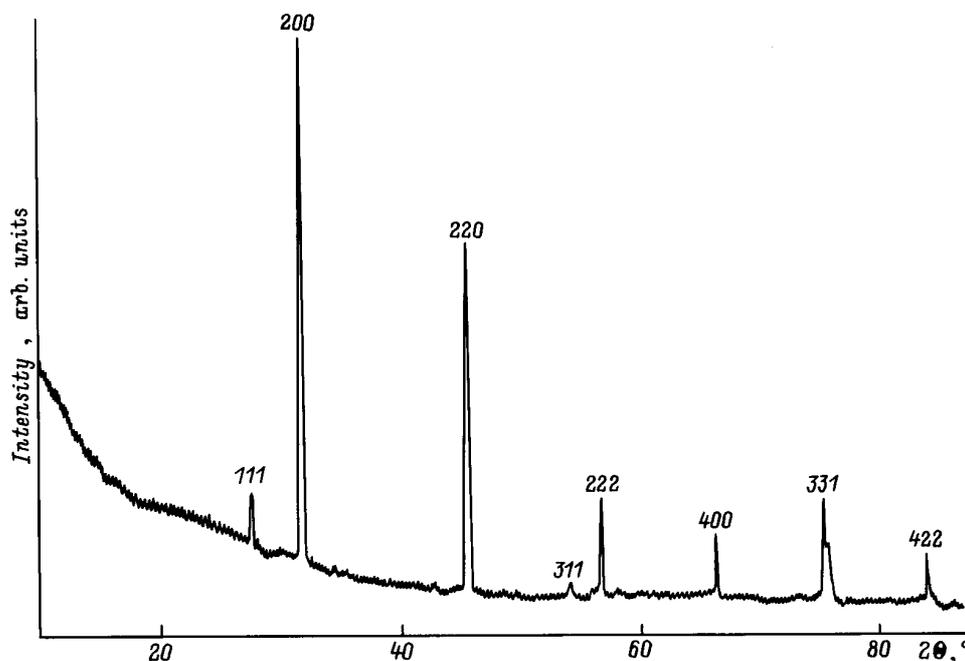


Рис. 1. Дифрактометрическая кривая интенсивности для нанокompозита (45% от объема пор первого порядка опала) NaCl + опал-1.

В [5] при исследовании поверхностных колебаний NaCl, введенного из раствора в воде в пористое стекло с диаметром пор $\sim 70 \text{ \AA}$, было показано, что NaCl располагается в порах в виде отдельных не соприкасающихся между собой игл.

При измерении теплопроводности опала-2,¹ в котором наблюдался температурный гистерезис, наличие

Целью настоящей работы было: 1) приготовить нанокompозит NaCl + опал путем пропитывания образцов опала насыщенным раствором NaCl при комнатной температуре, т.е. попытаться применить для получения композита технологию, аналогичную использованной в [5]; 2) провести на нем измерение теплопроводности в широком интервале температур.

¹ Мы придерживаемся терминологии, принятой нами в [1–4].

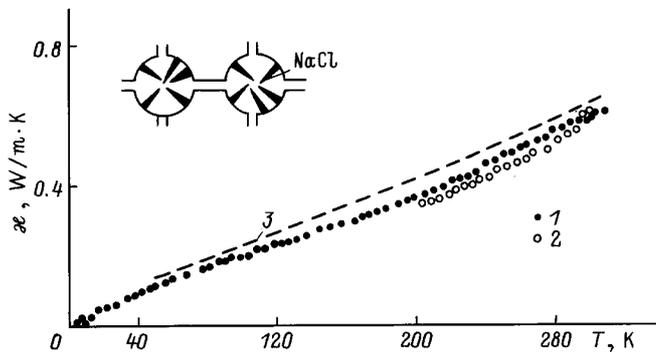


Рис. 2. Теплопроводность нанокompозита (45% от объема пор первого порядка опала) NaCl + опал-1 (1,2) и опала-1 (3) [1,2]. 1,2 — соответственно циклы измерений нанокompозита от низких к высоким температурам и обратно. В левом верхнем углу приведена предполагаемая схема расположения кристаллов NaCl в порах опала первого порядка. Диаметр пор $\sim 800 \text{ \AA}$ [1–3].

NaCl вводился в опал-1 с помощью указанного выше способа. Затем образцы высушивались при $t = 100^\circ\text{C}$. Степень заполнения пор определялась растворимостью вещества в воде и составляла 45% от объема пор первого порядка.²

Измерение теплопроводности проводилось в вакууме $\sim 10^{-5} \text{ mm Hg}$ на установке, подобной описанной в [6].

На рис. 1 приведена дифрактометрическая кривая интенсивности для нанокompозита (45% от объема пор первого порядка опала) NaCl + опал-1. Подобные кривые, подтверждающие аморфное состояние опала-1, были получены нами ранее в [1–4].

Рентгенографический анализ опала-1 и нанокompозита проводился на дифрактометре ДРОН-2 ($\text{Cu } K_\alpha$ -излучение, Ni-фильтр) в интервале углов $2\theta = 4\text{--}100^\circ$. Дифрактограммы свидетельствуют о наличии в образце хорошо сформированной фазы NaCl и отсутствии следов кристаллизации опала. Параметр элементарной ячейки NaCl в опале оказался равным 5.641 \AA (согласно табличным данным, параметр объемного NaCl составляет 5.6402 \AA).

На рис. 2 приведены полученные экспериментальные результаты для теплопроводности нанокompозита и опала-1 (последние заимствованы из [1–3]).

Как видно из этого рисунка, теплопроводности матрицы опала-1 и нанокompозита практически совпали во всем интервале температур, в котором проводились измерения.

Таким образом, можно сделать заключение, что NaCl располагается в порах опала (наибольший диаметр пор первого порядка в опале составляет $\sim 800 \text{ \AA}$ [1–4]) в виде не соприкасающихся между собой игл, и поэтому тепловой поток по NaCl отсутствует.

Исследование, проведенное в данной работе, было выполнено благодаря гранту № 96-03-32458а Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

- [1] В.Н. Богомолов, Л.С. Парфеньева, А.В. Прокофьев, И.А. Смирнов, С.М. Самойлович, А. Ежовский, Я. Муха, Х. Мисерек. ФТТ **37**, 11, 3411 (1995).
- [2] В.Н. Богомолов, Д.А. Курдюков, Л.С. Парфеньева, А.В. Прокофьев, С.М. Самойлович, И.А. Смирнов, А. Ежовский, Я. Муха, Х. Мисерек. ФТТ **39**, 2, 392 (1997).
- [3] Л.И. Арутюнян, В.Н. Богомолов, Н.Ф. Картенко, Д.А. Курдюков, В.В. Попов, А.В. Прокофьев, И.А. Смирнов, Н.В. Шаренкова. ФТТ **39**, 3, 586 (1997).
- [4] В.Н. Богомолов, Н.Ф. Картенко, Л.С. Парфеньева, А.В. Прокофьев, И.А. Смирнов, Х. Мисерек, Я. Муха, А. Ежовский. ФТТ **40**, 3, 0000(в печати) (1998).
- [5] М.И. Абаев, В.Н. Богомолов, В.В. Брыксин, Н.А. Клушин, ФТТ **13**, 6, 1578 (1971).
- [6] A. Jezowski, J. Mucha, G. Pome. J. Phys. D: Appl. Phys. **20**, 5, 739 (1987).

² Объем пор первого порядка составлял 26% от общей теоретической пористости опала (59%) [1–3].