

*Результаты расчета внутренней конфигурационной энергии плотного аргона с учетом трехчастичных неаддитивных взаимодействий и сопоставление с опытными данными**

$v, \text{ см}^3/\text{моль}$	$t, ^\circ\text{C}$	Расчет				Опыт
		$E_2^*[3]$	$E_{3\text{пр}}^*$	$E_{3\text{отт}}^*$	E^*	E^*
35,00	-25	-1,999	0,147	-0,058	-1,910	-1,95
	-25	-1,581	0,106	-0,044	-1,519	-1,519
	75	-1,287	0,086	-0,035	-1,236	-1,230
	00	-1,171	0,079	-0,032	-1,124	-1,119
	150	-0,986	0,064	-0,028	-0,950	-0,941
46,63	-50	-1,726	0,097	-0,033	-1,668	-1,684
	25	-1,218	0,060	-0,025	-1,183	-1,179
	75	-1,003	0,049	-0,023	-0,974	-0,965
	100	-0,918	0,045	-0,019	-0,892	-0,884
	150	-0,780	0,036	-0,015	-0,760	-0,755
70,00	0	-0,908	0,032	-0,013	-0,889	-0,896
	50	-0,740	0,024	-0,010	-0,726	-0,725
	100	-0,620	0,020	-0,003	-0,608	-0,605
	150	-0,530	0,016	-0,007	-0,521	-0,520

* Приняты силовые параметры парного потенциала $\sigma = 3,405 \text{ \AA}$, $\epsilon/k = 120^\circ \text{K}$, найденные из данных по второму вириальному коэффициенту.

системы. Учет этих взаимодействий позволяет прийти к превосходному согласию с опытными данными, несмотря на то, что потенциал Леннарда — Джонса, вообще говоря, не вполне удовлетворителен даже для простых веществ.

Одесский технологический институт
пищевой и холодильной промышленности

Поступило в редакцию
8 V 1969

ЛИТЕРАТУРА

1. A. E. Sherwood, A. G. de Rocco, E. A. Mason. J. Chem. Phys., **44**, № 8, 1966.
2. H. W. Graben. Phys. Rev. Letters, **20**, № 11, 1968.
3. J. R. McDonald, K. Singer. J. Chem. Phys., **47**, № 11, 1967.

УДК 536.222

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ТЕЛЛУРИДОВ СВИНЦА И ГЕРМАНИЯ

В. И. Федоров, В. И. Мачуев

Теллуриды германия и свинца являются широко распространенными материалами для ветвей среднетемпературных термоэлектрических генераторов и достаточно полно исследованы в твердой фазе [1—5]. В жидкой фазе для этих соединений исследованы электропроводность, термо-э.д.с., магнитная восприимчивость, эффект Холла, плотность и вязкость (см. [6, 7] и диссертацию А. А. Андреева*). Данных о теплопроводности в жидкой фазе и в твердой в области предплавления в литературе обнаружить нам не удалось.

Измерения коэффициента теплопроводности производились на установке, описанной ранее [8, 9]. Максимальная расчетная погрешность измерения коэффициента теплопроводности не превышала $\pm 8\%$ во всем исследованном интервале температур. Исследовались образцы двух отдельных плавок для теллурида свинца и трех плавок для теллурида германия. Измерения производились на идентичных приборах из спектрально чистого графита. Результаты измерений, полученные в прямом и обратном температурном ходе, отличаются хорошей воспроизводимостью.

Синтез исследованных соединений производился сплавлением исходных компонентов с общим содержанием примесей, не превышавшим $10^{-3}\%$, взятых в стехиометрическом соотношении в кварцевых ампулах, эвакуированных до $10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$

* А. А. Андреев. Автореферат канд. дис. Институт полупроводников АН СССР, Ленинград, 1967.

На рис. 1 представлены температурные зависимости коэффициентов теплопроводности исследованных соединений. В твердой фазе вблизи температуры плавления у обоих соединений наблюдается значительное возрастание коэффициента теплопроводности. Расчет электронного переноса тепла при помощи соотношения Видемана — Франца для невырожденного состояния (1) показал, что для теллурида свинца экс-

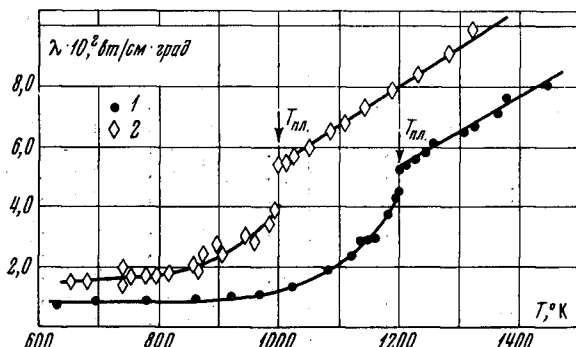


Рис. 1. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности теллуридов свинца и германия:

1 — PbTe, 2 — GeTe

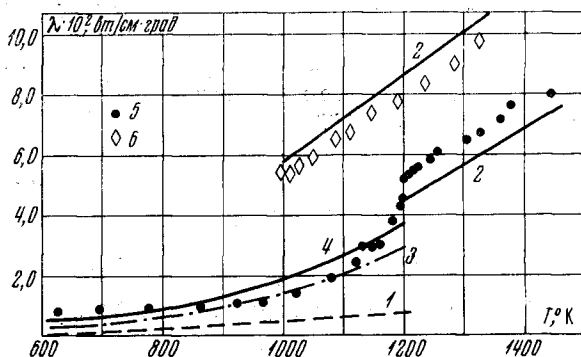


Рис. 2. Сравнение опытных и расчетных данных для теллуридов свинца и германия:

1 — электронная теплопроводность, подсчитанная по уравнению (1); 2 — по уравнению (3); 3 — биполярная теплопроводность, подсчитанная по уравнению (2); 4 — полная расчетная теплопроводность; 5 — PbTe, 6 — GeTe

периментальная величина коэффициента теплопроводности значительно выше рассчитанной

$$\lambda_{\text{вкл}} = 2(k/e)^2 \sigma T. \quad (1)$$

Эта избыточная теплопроводность по мере роста температуры дает все более значительный вклад. Известно, что решеточная составляющая теплопроводности уменьшается по мере возрастания температуры, поэтому рост теплопроводности не может быть объяснен вкладом фононного переноса тепла. В [5] указано, что уже при 600—700° K в теллуриде свинца наблюдается значительное влияние биполярного переноса тепла. Для веществ со сложной структурой энергетических зон, представителем которых является теллурид свинца, нужно учитывать биполярный перенос от пар электрон — тяжелая дырка и электрон — легкая дырка при помощи соотношений (2)

$$\lambda_{\text{бп}^1} = \left(\frac{k}{e}\right)^2 \frac{T}{\sigma} \left[\sigma_1 \sigma_2 \left(\frac{\Delta E_1}{kT} + 4 \right)^2 \right], \quad \lambda_{\text{бп}^2} = \left(\frac{k}{e}\right)^2 \frac{T}{\sigma} \left[\sigma_3 \sigma_4 \left(\frac{\Delta E_2}{kT} + 4 \right)^2 \right].$$

Как показало сравнение, полная теплопроводность λ , равная сумме электронной и биполярных составляющих, близка к экспериментальной величине в интервале температур 600—700° K. Экстраполяция результатов расчета, проведенного в [5], на область предплавления показала удовлетворительное согласование расчетных значений с опытными данными для теллурида свинца (рис. 2).

Относительно теллурида германия отсутствуют подробные сведения о зонной структуре, поэтому произвести такой же анализ, как для теллурида свинца, не представляется возможным. Однако можно предполагать, что в этих веществах, обладающих сходным типом химической связи и сходными кристаллическими решетками, возможно проявление сходных механизмов переноса тепла и заряда. Тогда можно предполагать, что значительный рост теплопроводности в области предплавления в теллуриде германия обусловлен биполярным переносом тепла.

В жидкой фазе оба соединения характеризуются линейной зависимостью коэффициента теплопроводности от температуры, что находится в хорошем качественном соответствии с линейным ростом электропроводности при возрастании температуры. Измерения эффекта Холла в жидкой фазе показали, что коэффициент Холла близок к величине, предсказываемой теорией свободных электронов. Электропроводность по абсолютной величине достаточно велика, особенно для теллурида германия. Это позволяет считать, что теллуриды свинца и германия можно отнести к полупроводникам с сильным вырождением, для которых электронная теплопроводность может быть подсчитана по соотношению Видемана — Франца для предельно вырожденного состояния

$$\lambda_{эл} = \frac{1}{3}\pi^2(k/e)^2\sigma T. \quad (3)$$

На рис. 2 представлено сравнение результатов расчета по уравнению (3) с опытными данными для жидкой фазы. Удовлетворительное согласование, лежащее в пределах экспериментальной погрешности измерения коэффициентов теплопроводности и электропроводности, подтверждает предположение о вырождении теллуридов свинца и германия. Аналогичный вывод был сделан нами несколько ранее относительно теллурида олова, относящегося к той же группе веществ со сходной кристаллической решеткой типа NaCl [10].

Московский энергетический институт

Поступила в редакцию
4 VII 1968

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. К. Иорданишвили. Термоэлектрические источники питания. «Сов. радио», 1968.
2. А. А. Андреев. Физика твердого тела, 8, 2818, 1966.
3. Н. В. Коломоец, М. Н. Виноградова, Е. Я. Лев, Л. М. Сысоева. Физика твердого тела, 8, 2925, 1966.
4. А. А. Андреев, В. Н. Родионов. Физика твердого тела, 1, 183, 1967.
5. В. А. Саакян, И. А. Смирнов. Физика твердого тела, 8, 3668, 1966.
6. A. F. Ioffe, A. R. Regel. Progress in semiconductors, 4, 1960.
7. В. М. Глазов, С. Н. Чижевская, Н. Н. Глаголева. Жидкие полупроводники. «Наука», 1967.
8. В. И. Федоров. Тр. МЭИ, вып. 63, 193, 1965.
9. М. П. Вукалович, В. И. Федоров и др. Изв. АН СССР, Неорган. материалы, 2, 1866, 1966.
10. В. И. Федоров, В. И. Мачуев. Теплофизика высоких температур, 7, № 4, 1969.

УДК 536.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА

Б. А. Конев

Известно [1], что степень черноты ϵ и, следовательно, удельный лучистый тепловой поток q с поверхности металла при одной и той же температуре зависят от состояния поверхности.

Однако в литературе отсутствуют данные о влиянии шероховатостей поверхности вольфрама на удельный лучистый тепловой поток с его поверхности. В настоящей работе экспериментально определены удельный лучистый тепловой поток и спектральная степень черноты $\epsilon_\lambda = 4340 \text{ \AA}$ вольфрама при различной обработке его поверхности.

Принцип определения удельного лучистого теплового потока основан на том, что для бесконечно длинного стержня, нагреваемого проходящим по нему током I и охлаждаемого излучением с поверхности, температура стержня по длине постоянна и справедливо соотношение

$$I\Delta U = q\pi D l. \quad (1)$$

где ΔU — падение напряжения на мерном участке; D — диаметр стержня; l — половина длины мерного участка.