ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.1013— 2022

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Теплопроводность твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Предприятие устойчивого развития»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 180 «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 октября 2022 г. № 1050-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Обозначения 1
4 Общие положения 2
5 Методика определения теплопроводности 3
6 Оценка неопределенностей результатов измерений коэффициента теплопроводности 3
7 Стандартные справочные данные 4
Приложение А (обязательное) Стандартные справочные данные о теплопроводности твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К 5
Приложение Б (обязательное) Таблицы отклонений первичных экспериментальных данных о коэффициенте теплопроводности от расчетных 7
Библиография 9

ОКС 17.020

Поправка к ГОСТ Р 8.1013—2022 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные справочные данные. Теплопроводность твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие	1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Предприятие устойчивого развития»	1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Предприятие устойчивого развития», Институтом физики им. Х.И. Амирханова — обособленным подразделением Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИФ ДФИЦ РАН)

(ИУС № 2 2025 г.)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Теплопроводность твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К

State system for ensuring the uniformity of measurements. Standard reference data. The thermalconductivity of La_2Te_3—La_3Te_4 solid solution in the temperature range from 80 K to 400 K

Дата введения — 2023—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на стандартные справочные данные (ССД) о теплопроводности твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 34100.3 /ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

к — коэффициент теплопроводности, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$;

U_c(к) — стандартная неопределенность результата измерения коэффициента теплопроводности, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$;

U(к) — расширенная неопределенность результата измерения коэффициента теплопроводности, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$;

$к_{эксп}$ — значения коэффициента теплопроводности, полученные в эксперименте, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$;

$к_{расч}$ — значения коэффициента теплопроводности, рассчитанные по аппроксимационным уравнениям, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$;

Издание официальное

$\delta_к$ — относительное отклонение значений коэффициента теплопроводности, рассчитанных по аппроксимационным уравнениям, от экспериментальных данных, %;

$\Delta_к$ — неисключенная систематическая погрешность методики измерения теплопроводности, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$.

4 Общие положения

4.1 Твердые растворы La_2Te_3—La_3Te_4 принадлежат к числу высокотемпературных термоэлектрических материалов, имеющих высокую термоэлектрическую эффективность и способных длительное время работать при температурах до 1273 К, не изменяя своих свойств [1]—[11]. Ввиду этого возможно их использование в термоэлектрических генераторах (ТЭГ), преобразующих тепловую энергию в электрическую при высоких температурах. ТЭГ используются при электроснабжении объектов, удаленных от линий электропередач, и принципиальные преимущества ТЭГ перед другими источниками электропитания состоят в их длительном сроке эксплуатации без специального обслуживания, высокой надежности, стабильности параметров, высокой удельной мощности. Одна из областей, где термоэлектричество является ключевой технологией, — это производство энергии для дальнего космоса. Для этого используют радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РИТЭГ), в которых применяются термоэлектрические материалы для преобразования тепла распадающегося радиоизотопного топлива в электричество, используемое для питания приборов космических кораблей. РИТЭГ являются основными источниками питания на космических аппаратах, сильно удаляющихся от Солнца, где использование солнечных батарей неэффективно или невозможно. Радиоизотопные РИТЭГ, кроме этого, применяются в навигационных маяках, метеостанциях, работающих в труднодоступных местах и в условиях Крайнего Севера, на морских буях и подводных установках, где они питают аппаратуру приборных отсеков. Термоэлектрические материалы, применяемые в РИТЭГ (традиционно сплавы редкоземельных элементов (РЗЭ) Si — Ge, PbTe, или Te — Ag — Ge — Sb), продемонстрировали долгосрочную надежность непрерывной работы более 40 лет [12, 13]. Однако они демонстрируют невысокий КПД преобразования тепловой энергии в электрическую, примерно 6,5 %. Применение в РИТЭГ термоэлектрических материалов из системы твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 (n-ветвь) и $Yb_{14}MnSb_{11}$ (p-ветвь), которые работают при температуре горячего спая — 1275 К и холодного спая — 473 К, позволяет повысить эффективность устройств до 10 % — 15 % [14]—[16]. Показано [17], что даже после 20 лет работы в условиях облучения от плутониевого источника тепла в соединениях La_2Te_3—La_3Te_4 нет заметного снижения термоэлектрической эффективности. Появление высокотемпературных высокоэффективных термоэлектрических материалов на основе твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 (n-ветвь) и $Yb_{14}MnSb_{11}$ (p-ветвь) стимулировало разработку солнечных термоэлектрогенераторов (СТЭГ), в которых высокая температура горячих спаев (до 1273 К) достигается оптической концентрацией солнечного излучения [18], [19]. При использовании данных материалов и температурах горячей и холодной рабочих поверхностей 1273 К и 373 К, соответственно, возможно повышение эффективности этих термоэлектрических устройств до 15 %.

4.2 В настоящем стандарте приведены основные параметры, применяемые при расчетах. Остальные параметры приведены в [1].

Твердые растворы системы La_2Te_3—La_3Te_4 получены методом синтеза из простых веществ [20]. В качестве исходных материалов использовался электронно-лучевой лантан нулевого сорта и теллур, дважды возогнанный в вакууме и очищенный затем зонной плавкой. Содержание примесей в лантане по результатам спектрального анализа (в ат. %) приведено в таблице 1.

Таблица 1 — Содержание примесей в лантане

La, ат. %	Другие РЗЭ, ат. %	Ca, ат. %	Cu, ат. %	Fe, ат. %	Ta, Mo, ат. %	Другие примеси, ат. %
99,79	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,09

Для получения определенного состава твердого раствора $LaTe_x$ лантан и теллур применяют в соответствующих этому составу весовых пропорциях.

Расчет массовых процентов проводится следующим образом. Если в слитке состава $LaTe_{1,34}$ содержится N атомов La, то атомов Te в нем будет 1,34N. Атомная масса лантана 138,91 а.е.м., а теллура — 127,60 а.е.м. В слитке с N атомами лантана их масса будет 138,91 · N а.е.м., а мас-

са атомов теллура — 1,34 · 127,60 · *N* а.е.м. = 170,984 · *N* а.е.м. Общий вес этого слитка равен (138,91+170,984) · *N* а.е.м. = 309,894 · *N* а.е.м. Лантан составляет (138,91 · *N*/309,894 · *N*) · 100 % = = 44,825 % масс., а теллур составляет (170,984 · *N*/309,894 · *N*) · 100 % = 55,175 % масс.

Аналогичным образом определяют массовые проценты и других составов системы $LaTe_x$.

Синтез твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 осуществляется в три этапа. Первый — взаимодействие лантана с парами теллура при температуре не выше 850 К — 900 К в ампуле из термостойкого стекла, заполненной чистым сухим водородом. При данной температуре продукт синтеза выдерживается до образования однородного по внешнему виду тонкого порошка. Полученное на этом этапе вещество, по данным рентгенофазового анализа, представляет смесь фаз, но не содержит свободный лантан и теллур.

На втором этапе из порошкообразного вещества прессуют образцы при давлении 1 ГПа. Все операции с порошком, в том числе и прессование, проводят в атмосфере инертного газа (аргона). Спрессованные образцы помещают в двойные ампулы из оптического кварцевого стекла, заполненные аргоном, для проведения гомогенизирующего отжига. Отжиг проводят при температуре 1273 К — 1373 К.

Третий этап — высокотемпературный отжиг в индукционной печи при температуре 1600 К, которая достигается медленным нагревом (со скоростью примерно 15 град/мин) для исключения возможного при быстром нагреве улетучивания теллура. Отожженные образцы затем плавятся. Плавление и кристаллизация полученного соединения осуществляется в заваренных танталовых или молибденовых тиглях при медленном опускании ампулы с расплавом через индуктор. В результате образовываются плотные поликристаллические слитки диаметром 8 мм и длиной 50 мм.

Контроль однородности образцов осуществляется по данным термоэдс различных участков слитка прибором [21]. Если термоэдс отличается при измерениях разных участков слитка, то проводится дополнительный отжиг. Для этого заваренный молибденовый тигель со слитком помещается в двойные ампулы из оптического кварцевого стекла, и слиток отжигается при 1400 К — 1500 К в течение 80—100 часов.

Состав полученных образцов контролируется по данным газохроматографического [22] и химического анализов с точностью до 0,015 % масс. Анализы проводят на содержание лантана и теллура в соединении.

5 Методика определения теплопроводности

Измерения коэффициента теплопроводности образцов твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 выполняют абсолютным стационарным методом, основанным на создании линейного теплового потока через исследуемый образец. Экспериментальная установка представляет собой модифицированный вариант низкотемпературной экспериментальной установки, позволяющей получать надежные экспериментальные данные о коэффициенте теплопроводности. В методике [12] приведены принципиальная схема прибора, методика проведения измерений и расчетные формулы.

6 Оценка неопределенностей результатов измерений коэффициента теплопроводности

Расчеты неопределенности результатов измерения коэффициента теплопроводности проводят в соответствии с ГОСТ 34100.3.

При проведении измерений коэффициента теплопроводности твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в интервале температур от 80 К до 400 К используется аттестованная методика [12]. Погрешности измерения этой методики определены при ее разработке и аттестации. Исходя из величины погрешности, заявленной в аттестованной методике, систематическая погрешность задается границами ±Δк, где Δк рассчитывается из величины погрешности методики при заданной температуре. Предполагая равномерный закон распределения возможных значений к в границах 2Δк, стандартную неопределенность результата измерения теплопроводности вычисляют по формуле

$$u_c(к) = \frac{Δк}{\sqrt{3}}. \quad (1)$$

Расширенную неопределенность вычисляют по формуле

$$U(к) = k \cdot u_c(к). \quad (2)$$

Для доверительной вероятности $P = 0,95$ (рекомендуется в ГОСТ 34100.3) коэффициент охвата $k = 2$.

Приведенные в таблицах значения U(к) вычислены по формуле (2).

7 Стандартные справочные данные

ССД о коэффициенте теплопроводности характеризуют соединения из системы La_2Te_3—La_3Te_4 следующих составов: $LaTe_{1,340}$, $LaTe_{1,356}$, $LaTe_{1,380}$, $LaTe_{1,439}$, $LaTe_{1,441}$, $LaTe_{1,466}$. Результаты аппроксимированы полиномами третьей степени по методу наименьших квадратов. Ниже представлены аналитические зависимости, аппроксимирующие данные о коэффициенте теплопроводности для интервала температур 80 К — 400 К для каждого представляемого состава твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4:

для $LaTe_{1,340}$:

$$к = 2,175605279 - 1,69617 \cdot 10^{-5} \cdot T + 1,6941 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 2,96613 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \quad (3)$$

для $LaTe_{1,356}$:

$$к = 1,706828136 + 0,004920941 \cdot T - 3,38669 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 3,73805 \cdot 10^{-9} \cdot T^3, \quad (4)$$

для $LaTe_{1,380}$:

$$к = 2,290852128 - 0,002293347 \cdot T + 1,7237 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 2,63911 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \quad (5)$$

для $LaTe_{1,439}$:

$$к = 4,123030874 - 0,018629247 \cdot T + 4,37043 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 3,58283 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \quad (6)$$

для $LaTe_{1,441}$:

$$к = 4,317045091 - 0,026072461 \cdot T + 7,90092 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 8,35221 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \quad (7)$$

для $LaTe_{1,466}$:

$$к = 3,516546285 - 0,019984547 \cdot T + 5,46199 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 5,3621 \cdot 10^{-8} \cdot T^3. \quad (8)$$

ССД о коэффициенте теплопроводности $LaTe_{1,340}$, $LaTe_{1,356}$, $LaTe_{1,380}$, $LaTe_{1,439}$, $LaTe_{1,441}$, $LaTe_{1,466}$ в диапазоне температур от 80 К до 400 К, рассчитанные по зависимостям (3)—(8) при целых значениях температуры, представлены в таблицах А.1 — А.7 приложения А. Там же приведены рассчитанные по уравнению (2) значения расширенной неопределенности измерения коэффициента теплопроводности U(к) при доверительной вероятности, равной 0,95. Расчеты расширенной неопределенности проведены в соответствии с ГОСТ 34100.3.

В таблицах Б.1 — Б.6 приложения Б содержатся относительные отклонения исходных экспериментальных данных ($к_{эксп}$) о коэффициенте теплопроводности от значений ($к_{расч}$), рассчитанных по аналитическим зависимостям (3)—(8), в %:

$$\delta к = \frac{к_{эксп} - к_{расч}}{к_{эксп}} \cdot 100. \quad (9)$$

Из таблиц Б.1 — Б.6 приложения Б следует, что данное отклонение не превышает 2 %, что составляет величину, меньшую суммарной погрешности эксперимента.

Приложение А
(обязательное)

Стандартные справочные данные о теплопроводности твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К

Таблица А.1 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,340}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,27	0,053	245	2,75	0,097
110	2,34	0,059	275	2,84	0,106
140	2,42	0,067	305	2,90	0,115
170	2,52	0,075	335	2,96	0,123
200	2,61	0,083	365	2,98	0,131
230	2,71	0,092	395	2,98	0,137
240	2,74	0,095	405	2,98	0,139

Таблица А.2 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,356}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,08	0,048	245	2,65	0,093
110	2,20	0,056	275	2,73	0,102
140	2,32	0,064	305	2,79	0,110
170	2,43	0,072	335	2,83	0,118
200	2,52	0,080	365	2,87	0,126
230	2,61	0,089	395	2,89	0,133
240	2,64	0,092	405	2,90	0,136

Таблица А.3 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,380}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,20	0,051	245	2,38	0,084
110	2,21	0,056	275	2,41	0,090
140	2,24	0,062	305	2,45	0,097
170	2,28	0,068	335	2,46	0,103
200	2,31	0,074	365	2,47	0,108
230	2,35	0.080	395	2,44	0,112
240	2,37	0,082	405	2,44	0,114

Таблица А.4 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,439}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,89	0,067	245	1,66	0,058
110	2,55	0,065	275	1,56	0,058
140	2,27	0,063	305	1,49	0,059
170	2,04	0,061	335	1,44	0,060
200	1,86	0,059	365	1,40	0,062
230	1,71	0,058	395	1,38	0,064
240	1,67	0,058	405	1,37	0,064

Таблица А.5 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,441}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,69	0,062	245	1,44	0,051
110	2,29	0,058	275	1,38	0,052
140	1,99	0,055	305	1,34	0,053
170	1,76	0,052	335	1,31	0,055
200	1,59	0,051	365	1,26	0,055
230	1,48	0,050	395	1,20	0,055
240	1,46	0,051	405	1,17	0,055

Таблица А.6 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $LaTe_{1,466}$

T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	к, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	U(к), Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,24	0,052	245	1,11	0,039
110	1,91	0.048	275	1,04	0,039
140	1,64	0,045	305	0,98	0,039
170	1,43	0,042	335	0,94	0,039
200	1,28	0,041	365	0,89	0,039
230	1,16	0,040	395	0,84	0,039
240	1,12	0,039	405	0,82	0,038

Приложение Б
(обязательное)

Таблицы отклонений первичных экспериментальных данных о коэффициенте теплопроводности от расчетных

Таблица Б.1 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,340}$ от рассчитанных по формуле (3)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
82,14	2,27	2,272	-0,09
116,31	2,38	2,356	1,01
152,58	2,45	2,462	-0,49
200,96	2,65	2,616	1,28
252,76	2,76	2,775	-0,54
302,13	2,89	2,899	-0,31
334,01	2,96	2,955	0,17
375,55	2,97	2,987	-0,57
403,82	3,00	2,978	0,73

Таблица Б.2 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,356}$ от рассчитанных по формуле (4)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
81,65	2,08	2,084	-0,19
122,52	2,27	2,252	0,79
161,25	2,38	2,397	0,71
207,18	2,57	2,548	0,86
257,84	2,68	2,686	-0,22
296,34	2,76	2,770	-0,36
333,12	2,84	2,832	0,28
379,89	2,87	2,882	-0,42
401,19	2,91	2,894	0,55

Таблица Б.3 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,380}$ от рассчитанных по формуле (5)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
80,17	2,20	2,204	-0,18
109,41	2,21	2,212	-0,09
151,76	2,25	2,248	0,09
205,56	2,32	2,318	0,09
263,00	2,42	2,400	0,83
308,40	2,42	2,449	-1,20
328,40	2,47	2,462	0,33
380,62	2,47	2,460	0,40
401,68	2,44	2,440	0

Таблица Б.4 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,439}$ от рассчитанных по формуле (6)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
82,22	2,89	2,867	0,80
125,9	2,42	2,399	0,87
180,71	1,98	1,972	0,40
218,58	1,75	1,765	-0,86
246,55	1,65	1,650	0
303,24	1,49	1,494	-0,27
338,57	1,44	1,435	0,35
372,48	1,4	1,396	0,28
383,8	1,39	1,385	0,36
404,61	1,37	1,367	0,22

Таблица Б.5 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,441}$ от рассчитанных по формуле (7)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
82,04	2,71	2,664	1,70
100,80	2,41	2,406	0,17
129,24	2,08	2,087	-0,34
163,22	1,79	1,803	-0,73
190,22	1,65	1,642	0,53
230,10	1,48	1,483	-0,20
297,07	1,35	1,355	-0,37
314,90	1,34	1,333	0,52
377,13	1,24	1,242	-0,16
388,79	1,22	1,215	0,41
402,65	1,19	1,176	1,18

Таблица Б.6 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $LaTe_{1,466}$ от рассчитанных по формуле (8)

T, K	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	δκ, %
81,54	2,24	2,221	0,85
127,69	1,74	1,744	-0,23
150,87	1,55	1,560	-0,64
180,30	1,37	1,375	-0,36
224,68	1,18	1,176	0,34
254,09	1,08	1,085	-0,46
301,52	0,99	0,987	0,30
321,32	0,96	0,956	0,42
345,31	0,91	0,921	-1,21
375,37	0,87	0,875	-0,57
392,86	0,84	0,844	-0,47

Библиография

[1] Жузе В.П., Голикова О.А., Сергеева В.М., Рудник И.М. Электрические свойства и теплопроводность редкоземельных халькогенидов типа Ln_3X_4 // ФТТ. 1971. Т. 13. № 3. С. 811—814

[2] Лугуев С.М., Оскотский В.С., Васильев Л.Н., Быстрова В.Н., Комарова Т.И., Смирнов И.А. Особенности теплопроводности системы La_3Te_4—La_2Te_3 // ФТТ. 1975. Т. 17. № 11. С. 3229—3233

[3] Лугуев С.М., Смирнов И.А. Высокотемпературная теплопроводность La_3Te_4 // ФТТ. 1977. Т. 19. № 4. С. 1209—1210

[4] Голикова О.А., Рудник И.М. Механизмы проводимости и термоэлектрическая эффективность халькогенидов редкоземельных элементов // Неорган. материалы. 1978. Т. 14. № 1. С. 17—20

[5] May A.F., Fleureal J.-P., Snyder G.J. Thermoelectric performance of lanthanum telluride produced via mechanical alloying // Phys. Rev. 2008. V. B78. N 12. P. 125205 (12 p.)

[6] Cheikh D., Hogan B. E., Vo T., Von Allmen P., Lee K., Smiadak D. M., Zevalkink A., Dunn B. S., Fleurial J.-P., Bux S. K. Praseodymium telluride: A high-temperature, high-ZT thermoelectric material // Joule. 2018. V. 2. P. 698—709

[7] Brown S.R., Kauzlarich S.M., Gascoin F., Snyder G.J. $Yb_{14}MnSb_{11}$: New High Efficiency Thermoelectric Materials for Power Generation // Chem Mater. 2006. V. 18. N 7. P. 1873—1877

[8] Toberer E. S., Brown S. R., Ikeda T., Kauzlarich S. M., Snyder G. J. High fthermoelectric efficiency in lanthanum doped $Yb_{14}MnSb_{11}$ // Appl. Phys. Lett. 2008. V. 93. 062110 (3pp)

[9] Hendricks T.E. Thermoelectric Generator Energy Harvesting Research at NASA-JPL — Where We are now & Where Can We Go // Rep. at Mc Master Inst. of Energy Studies. Hamilton, Ontario, Canada. 2016

[10] Hu Y., Cerretti G., Wille E. L. K., Bux S. K., Kauzlarich S. M., The remarkable crystal chemistry of the $Ca_{14}AlSb_{11}$ structure type, magnetic and thermoelectric properties // J. Solid State Chem. 2019. V. 271, N 1. P. 88—102

[11] Perez C.J., Wood M., Ricci F., Yu G., Vo T., Bux S.K., Hautier G., Rignanese G.-M., Snyder G.J., Kauzlarich S.M. Discovery of multivalley Fermi surface responsible for the high thermoelectric performance in $Yb_{14}MnSb_{11}$ and $Yb_{14}MgSb_{11}$ // Sci. Adv. 2021. V. 7. N 4. P. 9439 (9p.)

[12] Лугуев С.М., Смирнов И.А., Лугуева Н.В. Методика ГСССД МЭ 218—2014. Методика экспериментального определения теплопроводности твердых тел в диапазоне температур 80—450 К / Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия. М.: Стандартинформ, 2014. 30 с. Деп. в ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 31.03.2014 г., № 912а — 2014 кк

[13] Snyder G.J., Toberer E.S. Complex Thermoelectric Materials // Nat. Mater. 2008. V. 7. P. 105—114

[14] Fleurial J.-P. Thermoelectric power generation materials: Technology and application opportunities // JOM 2009. V. 61. P. 74—85

[15] Toberer E. S., Brown S. R., Ikeda T., Kauzlarich S. M., Snyder G. J. High thermoelectric efficiency in lanthanum doped $Yb_{14}MnSb_{11}$ // Appl. Phys. Lett. 2008. V. 93. 062110 (3pp)

[16] Caillat T., Firdosy S., Li B.C-Y., Huang C.-K., Cheng B., Chase J., Arakelian T., Lara L., Fleurial P. Progress Status of the Development of High-Efficiency Segmented // Nucl. Emerg. Techn. Space. 2012. P. 3077—3078

[17] Smith M.B.R., Whiting C., Barklay C. Nuclear Consideration for the Application of Lanthanum Telluride in Future Radioisotope Power Systems // 2019 IEEE Aerospace Conference. IEEE, 2019. P. 1—11

[18] Baranowski L.L., Warren E.L., Toberer E.S. High Temperature High-Efficiency Solar Thermoelectric Generators// J. Electronic Mater. 2014. V. 43. N 6. P. 2348—2355

[19] Olsen M.R., Warren E.L., Parilla P.A., Toberer E.S., Kennedy C.E., Snyder G.J., Firdosy S.A., Nesmith B., Zakutaev A., Goodrich A., Turachi C.S., Netler J., Gray M.H., Ndione P.F., Tirawat R., Baranowski L.L., Gray A. A High-temperature, high-efficiency solar thermoelectric generator prototype // Energy Procedia. 2014. V. 49. P. 1460—1469

[20] Голубков А. В., Жукова Т. Б., Сергеева В. М. Синтез халькогенидов редкоземельных элементов // Неорган. материалы. 1966. Т. 2. № 1. С. 77—80

[21] Лугуев С.М., Лугуева Н.В. Методика ГСССД МЭ 276 — 2019. Методика экспериментального определения однородности твердых полупроводниковых материалов / Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы. М., 2019. 20 с. Деп. в ФГУП «ВНИИМС» 22. 03.2019 г., № 268а — 2019 кк

[22] Чучалина Л.С., Васильева И.Г., Камарзин А.А., Соколов В.В. Косвенный газохроматографический метод определения состава сульфидов лантана // ЖАХ. 1978. Т. 33. N 1. С. 190—192

УДК 536.21:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: стандартные справочные данные, вещества, материалы, свойства, теплопроводность, неопределенность

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 06.10.2022. Подписано в печать 12.10.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

ОКС 17.020

Поправка к ГОСТ Р 8.1013—2022 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные справочные данные. Теплопроводность твердых растворов La_2Te_3—La_3Te_4 в диапазоне температур от 80 К до 400 К

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие	1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Предприятие устойчивого развития»	1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Предприятие устойчивого развития», Институтом физики им. Х.И. Амирханова — обособленным подразделением Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИФ ДФИЦ РАН)

(ИУС № 2 2025 г.)

gost.e-ecolog.ru