

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОЗДАНИИ ПРИБОРОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ABSTRACT. The possible fields application of thermoelectric materials are rate in this work. We paid much attention to medical aria of application and medical devices which is used now in medical practice or which will be used in future. Thermoelectric modules are used in devices rarely because of the insufficient effectiveness of thermoelectric materials. Some ways to rise the effectiveness are exist now including making new more effective materials.

В работе рассмотрены области возможного применения термоэлектрических материалов. Особое внимание уделено возможности их применения в медицине.

Модуль состоит из последовательно соединенных пар полупроводниковых элементов "р" и "n" типов. Принцип его действия основан на эффекте Пельтье. Приведены области, где он нашел применение на сегодняшний день или может его найти в будущем: энергетика, научное и лабораторное оборудование, устройства климатизации и др. [1]. А также приведены несколько ныне существующих приборов медицинского назначения с использованием термоэлектрических элементов. Области использования таких модулей в медицине: мобильные охлаждающие контейнеры для хранения биологических тканей и жидкостей, офтальмологические приборы для пересадки хрусталика глаза, микропинцеты, охлаждающие одеяла и подстилки, приборы для лечения и профилактики кожных заболеваний, термостабилизация лазерных диодов в лазерных медицинских установках, различные термодатчики для диагностики и контроля состояния здоровья, термоэлектрические устройства для локальной криотерапии, приборы, способные производить локальное замораживание тканей до низких температур.

Существует ряд преимуществ охлаждения и нагрева с помощью термоэлектрического модуля: бесшумность работы, отсутствие подвижных частей и рабочих жидкостей, возможность работы в любом пространственном положении, возможность миниатюризации приборов, реализация охлаждения и подогрева в одном блоке.

К сожалению, термоэлектрические модули реализованы в малом количестве приборов несмотря на достаточно большое количество проектов с их использованием. Ограничение связано с тем, что они имеют недостаточно высокую эффективность. Для того чтобы термоэлектрические элементы могли использоваться повсеместно, безразмерный критерий, выражаемый как

$$ZT = \frac{TS^2\sigma}{\kappa}$$

где S – коэффициент Зеебека, σ – теплопроводность, κ – теплопроводность, должен быть не менее 2 при комнатной температуре. При достижении $ZT = 3$ и 4 эффективность термоэлектрического устройства будет достаточна, чтобы полностью заменить используемые в наше время устройства [2].

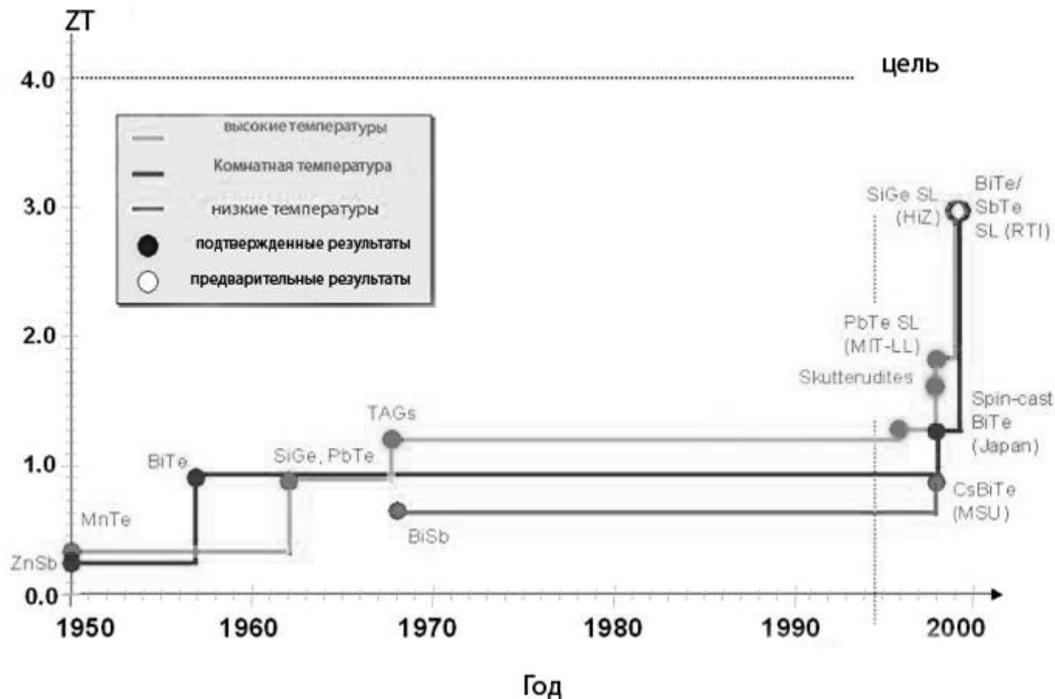


Рис. 1. График достижений в области повышения эффективности материалов

Проблемы, возникающие при попытке достижения высокой эффективности, вызваны тем, что искомое вещество должно обладать одновременно высокой электропроводностью и низкой теплопроводностью. Специалисты пытаются решить эту проблему уже долгие годы.

Из рис. 1 видно, что к концу двадцатого столетия наметился значительный подъем значения ZT , что связано с появлением новых более эффективных материалов. Эффективность материалов повышают путем создания твердых растворов, легирования, создания пленочных структур и градиентных кристаллов. Ведутся активные поиски новых высокоэффективных термоэлектриков, а также новых способов оптимизации свойств уже имеющихся и хорошо изученных материалов. В частности, активно развивается направление по поиску новых термоэлектрических материалов на основе тройных или четверных слоистых халькогенидов со сложными кристаллическими решетками [3].

В нашей лаборатории производились исследования некоторых эффектов, возникающих в термоэлектриках и параметров, на основе которых можно судить о величине эффективности материала. Для слоистых соединений $PbBi_4Te_7$ и $PbBi_4Te_7<Ag>$ (образец легирован серебром) были получены данные по электропроводности, теплопроводности и термоэдс. В табл. 1 представлены некоторые результаты по теплопроводности соединений при комнатной температуре. Уменьшение теплопроводности с сохранением неизменной величины электропроводности дает возможность увеличить эффективность материала.

Таблица 1. Теплопроводность слоистых соединений до легирования и после.

Соединение	$k_{11}(ph) \times 10^3$ Вт/смК	$k_{33}(ph) \times 10^3$ Вт/смК	κ_{11}/κ_{33}
$PbBi_4Te_7$	17,1	5,2	3,3
$PbBi_4Te_7<Ag>$	7,1	5,4	1,4

При температурах выше 300 К решеточная теплопроводность имеет очень низкие значения в кристалле $\text{PbBi}_4\text{Te}_7\langle\text{Ag}\rangle$: $\kappa_{33}(\text{ph})=2.9\cdot 10^{-3}$ Вт/см К, а $\kappa_{11}(\text{ph})=4.4\cdot 10^{-3}$ Вт/см К. Для сравнения, в нелегированном соединении решеточная теплопроводность составляет $\kappa_{33}(\text{ph})=5.3\cdot 10^{-3}$ Вт/см К, а $\kappa_{11}(\text{ph})=20.2\cdot 10^{-3}$ Вт/см К при той же температуре (350К).

Для PbBi_4Te_7 оценено максимальное значение эффективности. $ZT=0.5$ при температуре 600 К, что сопоставимо со значением $ZT=0.54$ для неоптимизированного Bi_2Te_3 .

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.kryotherm.ru/index.phtml?tid=88>.
2. Шевельков А.В. «Супрамолекулярные клатраты: от экзотических веществ к материалам нового поколения.» Соросовский Образовательный Журнал, Т. 8, № 2, 2004.
3. Kanatzidis M.G. The Role of Solid State Chemistry in the Discovery of New Thermoelectric Materials in "Semiconductors and Semimetals" / Ed. Terry M. Tritt, San Diego; San Francisco; N.Y.; Boston; London; Sydney; Tokyo: Academ. Press, 2001. v.69. p. 51-98.