

**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОДУЛИ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРОНИКИ И
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Н.М.АХУНДОВА, Т.Д.АЛИЕВА, Г.Д.АБДИНОВА, З.Ф.АГАЕВ

*Институт Физики НАН Азербайджана
AZ-1143, Баку, пр.Г.Джавида, 33*

Разработаны, изготовлены и испытаны одно-, двух-, трех- и четырехкаскадные термоэлектрические модули со следующими основными параметрами: при температуре окружающей среды $\sim 293 \pm 2\text{K}$ температура теплопоглощающей поверхности $\sim 250 \div 195\text{K}$, потребляемая мощность $\sim 1,3 \div 14\text{Вт}$, холодопроизводительность $\sim 0,1 \div 2,5\text{Вт}$, ток питания $\sim 1,0 \div 4,0\text{А}$, время выхода на режим $40 \div 90\text{с}$.

Стремление к повышению рабочих температур охлаждаемых фотоприемников открывает широкие перспективы термоэлектрическим охладителям (ТЭО) [1,2].

Термоэлектрические холодильные устройства при температуре холодного спая не ниже $\sim 200\text{K}$ характеризуются высокими значениями КПД, малым весом, дешевизной и надежностью. При этом уже освоены технологии, обеспечивающие долговечность вакууммированных термоэлектрических охладителей, достигающую ~ 10 лет. Однако традиционная конструкция, технология сборки, термоэлектрические материалы, применяемые в производстве ТЭО, имеют ряд недостатков, что приводит к повышению их себестоимости.

По традиционной технологии изготовления многокаскадных термоэлектрических охладителей с последовательным соединением каскадов однокаскадные модули каждого каскада изготавливаются отдельно. Затем на основе этих модулей собираются многокаскадные термоэлектрические батареи. При такой технологии и конструкции межкаскадные керамические теплопереходы и паяные соединения в батарее создают дополнительные тепловые сопротивления и нагрузки, что ведет к уменьшению холодильного коэффициента термоэлектрической батареи, увеличению потребляемой мощности и времени выхода на рабочий режим, а также увеличению себестоимости батареи.

В разработанной нами технологии эти недостатки устраняются сборкой модуля в едином технологическом цикле. При этом верхний керамический теплопереход (теплопоглощающая поверхность) первого каскада является одновременно нижним (тепловыделяющим) теплопереходом второго каскада, верхний теплопереход второго каскада нижним теплопереходом третьего каскада, а также верхний теплопереход третьего каскада нижним теплопереходом четвертого каскада. Таким образом, сокращены 1-3 керамических теплоперехода и соответственно значительно упрощена конструкция и улучшены тепловые параметры модуля. В конструкции были использованы керамические теплопереходы из окиси бериллия и окиси алюминия толщиной $\sim 0,7 \div 1,0\text{мм}$.

В качестве термоэлектрического материала использовались разработанные нами экструдированные образцы твердых растворов $n\text{-Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$, $p\text{-Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ и $n\text{-Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ с размерами зерен 1000, 315 и 600 мкм, соответственно. Эти материалы обладают близкими к монокристаллическим образцам термоэлектрической добротностью [3-4]. Одновременно их механическая прочность в 2-3 раза превышает механическую прочность монокристаллического материала, что приводит к значительному (в 3-4 раза) росту выхода термоэлементов годных для сборки термомодулей. Повышенная механическая прочность экструдированного

ГРАДИЕНТНЫЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕРМОЭЛЕМЕНТЫ НА ИХ ОСНОВЕ материала обеспечивает и более высокую надежность термоэлектрических модулей и приборов на их основе.

Экструдированные бруски твердых растворов были получены в следующей технологической последовательности: синтез твердого раствора из исходных компонентов, размельчение синтезированного материала и отбор фракций с соответствующими размерами, изготовление из отобранной фракции методом холодного прессования заготовок (брикетов), экструзия, т.е. выдавливание нагретого до пластического состояния брикетов через отверстие определенного размера. Технологические параметры экструзии для каждого твердого раствора установлены экспериментально.

Таблица.

Основные параметры термоэлектрических модулей при температуре окружающей среды ~293К.

Кол-во каскадов	Минимальная температура теплопоглощающей поверхности, (К)	Потребляемая мощность, (Вт)	Ток питания, (А)	Холодопроизводительность (Вт)	Время выхода на минимальную температуру, (с)	Площадь теплопоглощающей поверхности, (мм ²)
1	250	13-14	4,0	2,5	40	32 × 24
2	220	1,3	2,0	0,12	45	3×4
3	200	4,2	2,0	0,10	70	4×4
4	195	6,0	1,0	0,08-0,1	90	4×7

В зависимости от силы и направления тока питания температура теплопоглощающей поверхности модулей может изменяться в интервале 195-375К с точностью $\pm 0,3$ К.

Разработанные модули могут применяться в термоэлектрических охладителях для фотоприемников, а также как приборы физического эксперимента при исследовании температурной зависимости термоэлектрических, фотоэлектрических, оптических и других параметров различных объектов (кристаллов, радиоэлементов, фотоэлементов и т.д.) в интервале температур 190÷375К.

1. Т.Д.Алиева, Н.М.Ахундова, Д.Ш.Абдинов, *Прикладная физика*, **6** (2002) 85.
2. Ч.Р.Аигина, Г.А.Боголюбов, В.И.Сидоров, *Зарубежная электронная техника*. М.:ЦНИИ «Электроника», **5** (1982), 3.
3. Э.Г.Джафаров, Т.Д.Алиева, Д.Ш.Абдинов, *Прикладная физика*, **6** (2000) 82.
4. И.М.Тагиев, *Новые технологии-21 век*. Москва, **2** (1999) 56.

FOTOELEKTRONİKA VƏ FİZİKİ EKSPERİMENT ÜÇÜN TERMÖELEKTRİK MODULLARI N.M.AXUNDOVA, T.C.ƏLİYEVƏ, G.C.ABDİNOVA, Z.F.AĞAYEV

Aşağıdakı parametrlərə malik bir, iki, üç və dörd kaskadlı termoelektrik modulları işlənilib hazırlanmışdır: ətraf mühitin $\sim 293 \pm 2$ K olduqda, istilikudan səthin temperaturu $\sim 250 - 195$ K, gücü $\sim 1,3 \div 14$ Vt, qıda cərəyanı $\sim 1,0 \div 4,0$ A, rejimə çıxma müddəti 40-90 san.

THERMOELECTRICAL MODULS FOR FOTOELECTRONICS AND PHYSICAL EXPERIMENT N.M.AKHUNDOVA, T. D.ALIYEVA, G. J.ABDINOVA, Z.F.AGAYEV

There have been developed, made and tested one, two, three and four-stage thermoelectrical module with the following basic parameters: at the environment temperature equal $\sim 293 \pm 2$ K temperature of the heat-absorbing surface $\sim 250 \div 195$ K, power supply $\sim 1,3 \div 14$ W, current supply $\sim 1,0 \div 4,0$ A, operating (mode reaching) time $\sim 40 \div 90$ s.

Редактор: Э.Гусейнов