

06.2

„Фототерм“ — новая концепция

© Е.К. Иорданишвили

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
E-mail: imor@imor.spb.stu.ru*В окончательной редакции 21 июля 2006 г.*

Идея совмещения в одном энергетическом устройстве фотоэлектрического и термоэлектрического методов прямого преобразования энергии была высказана более четверти века назад. Первые работы [1,2] были посвящены основам конструкции фототермопреобразователя энергии, расчетам возможных значений его к.п.д., других энергетических параметров.

PACS: 84.60.-h

В основе идеи фототермопреобразователя (рис. 1), объединяющего в последовательном расположении по отношению к световому и тепловому потокам фотоэлемент (батарею) и термоэлемент Зеебека (термоэлектродгенератор), лежит концепция одновременного использования преобразуемой в электроэнергию части электромагнитного излучения (внутренний фотоэффект в полупроводниковой структуре) и частично преобразуемой в электроэнергию (эффект Зеебека) остальной части электромагнитного излучения, поглощенного фотоструктурой и перешедшего в тепловую энергию ее кристаллической решетки. В дальнейших исследованиях [3–5 и др.] были достаточно полно теоретически и экспериментально проанализированы энергетические возможности преобразователей энергии этого типа.

На пути дальнейшего (особенно прикладного) развития проблемы лежат две концептуальные трудности, проистекающие как из самой природы используемых эффектов, так и из применяемой схемы компоновки „фототерма“. Трудность первая — не преобразованная в электроэнергию часть солнечного спектра перегревает (особенно при наличии концентратора) фотопреобразователь, что приводит, несмотря на активный теплоотвод, к падению к.п.д. фотопреобразования ввиду тепловой деградации фотоэлемента. Трудность вторая — тепловой поток, поступающий от фотоаппаратуры, недостаточен (даже в случае высокой степени концентрации светового потока) для создания на спаях

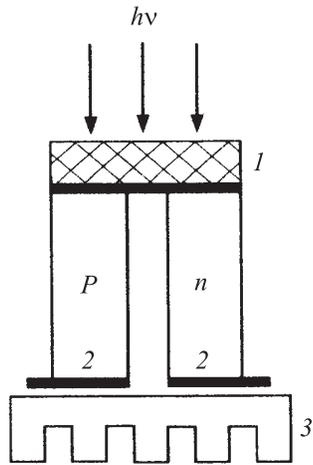


Рис. 1. 1 — фотоэлемент; 2 — термоэлемент, 3 — радиатор „фототерма“.

термоэлемента разности температур, при которой достигаются макроскопические значения термоэлектрического к.п.д. (5–7%). С учетом того обстоятельства, что к.п.д. фотоструктур при их нагревании до 100–150 градусов снижается примерно в тех же масштабах, реальный суммарный к.п.д. „фототерма“ лишь ненамного превышает к.п.д. отдельно работающей фотобатареи. При этом используется значительно менее половины энергетических возможностей термоэлектрической составляющей системы.

Ниже рассматривается новая схема — конструкция „фототерма“, в рамках которой устраняются отмеченные выше принципиальные недостатки.

Предлагается световой поток от источника (в том числе с концентратором) пропускать через узкополосный светофильтр, отсекающий всю часть спектра, не превращаемую в электричество, и направляющий на световоспринимающую поверхность фотоструктуры лишь часть, оптимально воспринимаемую фотоэлементом (с относительным к.п.д., близким к 100%). При этом оставшая часть светового потока, активно нагревающая светофильтр, через высокотеплопроизводящий „мостик“ направляется на горячий спай термоэлемента Зеебека, где формируется

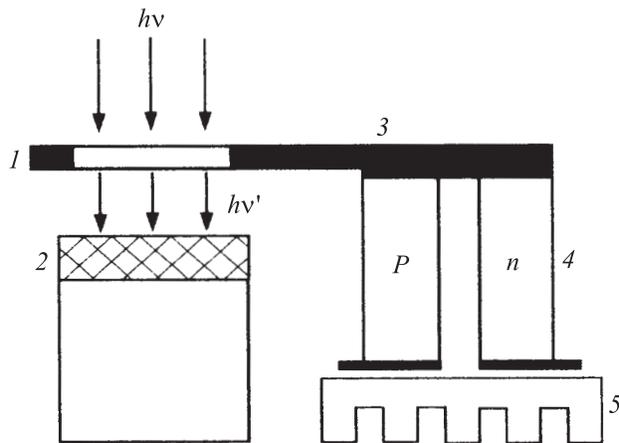


Рис. 2. 1 — узкополосный светофильтр; 2 — фотоэлемент; 3 — теплопроводящий мост; 4 — термоэлемент; 5 — радиатор термоэлемента $h\nu'$ — световой поток, прошедший светофильтр.

тепловой поток, достаточный для создания оптимального температурного перепада в ветвях термоэлектрической структуры (рис. 2).

В предлагаемой конструкции отсутствуют оба рассмотренных выше принципиальных недостатка „фототерма“. Избирательность светофильтра приводит к почти полной „фотопоглощаемости“ падающего светового потока, что исключает перегрев фотоструктуры и допускает переход от концентраций светового потока в сотни „солнц“ до величин многие тысячи (а возможно и десятки тысяч) „солнц“. Это же обстоятельство позволяет сосредоточить на горячем спае термоэлектрической структуры тепловой поток мощностью в десятки W/m^2 , что обеспечит перепад до 150–200 градусов на спаях ТЭГ. При такой схеме использования оба к.п.д. в цикле преобразования электромагнитной энергии источника будут практически суммироваться, так же как и их электрические мощности. При этом возникает довольно сложная теплотехническая задача по передаче с минимальными потерями теплового потока от светофильтра на горячий спай термоэлектрической структуры, которая ляжет на специалистов инженерно-технической части проблемы.

Соответствующие физические и энергетические расчеты планируется провести в ближайшее время.

Список литературы

- [1] *Городецкий С.М., Иорданишвили Е.К., Равич Ю.И.* // Гелиотехника. 1979. № 2. С. 16–21.
- [2] *Борисов С.Н., Городецкий С.М., Иорданишвили Е.К., Каган М.Ю., Касыма-хунова А.М., Любашевская Т.Л., Дорохина Т.П.* // Гелиотехника. 1980. № 3. С. 7–11.
- [3] *Иорданишвили Е.К., Касымахунова А.М., Гафуров Х.У.* // Гелиотехника. 1995. № 2. С. 52–56.
- [4] *Касымахунова А.М., Набиев М.Б.* // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29. В. 6. С. 76–81.
- [5] *Касымахунова А.М.* Фотографические преобразователи и их применение. Монография. Фергана: Техника, 2003. 202 с.