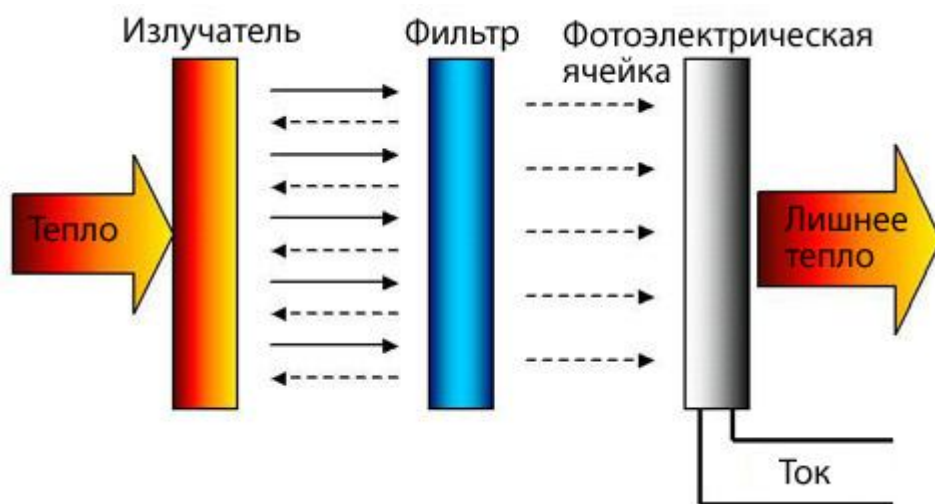


Ещё в 1960-х и в 1970-х годах исследователи в разных странах пробовали создать компактные генераторы для космической техники на основе довольно необычного принципа. Тогда что-то не получилось. И ведь, казалось бы, в своей основе идея-то гениально проста. Но для того, чтобы "простота" эта реально заработала, потребовались современные технологии.

В наши дни давнюю мысль, но на этот раз применительно к технике земной – к автомобилям, реанимировали физики из Массачусетского технологического института ([MIT](https://www.mit.edu)), а потому пора с ней (мыслью) познакомиться ближе.

Берём сравнительно небольшое количество топлива, сжигаем его равномерно и спокойно, и нагреваем с его помощью телоизлучатель, что называется, "до белого каления". А точнее (как в нынешнем проекте) — до 1227 градусов по Цельсию.

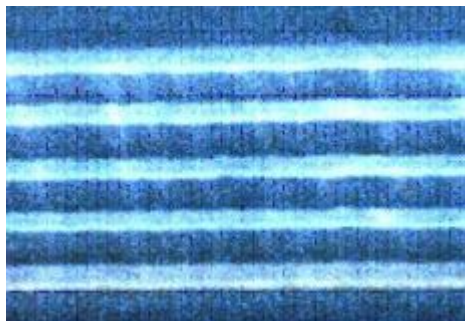
Излучаемый телом очень яркий свет мы направляем на "солнечную батарею", которая и даёт нам ток. Всё.



Принцип работы термофотоэлектрического генератора (иллюстрация с сайта [lees.mit.edu](https://www.lees.mit.edu)).

Чтобы такая система была не просто работоспособной, но ещё и обладала высоким КПД, исследователям MIT пришлось воспользоваться самыми последними достижениями в физике фотонных кристаллов.

Тут нужно напомнить, что это такое. Фотонные кристаллы — это периодические (наподобие слоёного пирога) структуры из различных материалов, слои в которых обладают толщиной, сопоставимой с длиной волны света (к примеру, света видимого).



Электронная микрофотография "слоёного пирога" фотонного кристалла, выступающего в данном устройстве в качестве светового фильтра (фото с сайта [lees.mit.edu](https://www.lees.mit.edu)).

Такие периодические структуры обладают необычными оптическими свойствами, отличными от оптических свойств материалов, их составляющих. К примеру, фотонные кристаллы могут

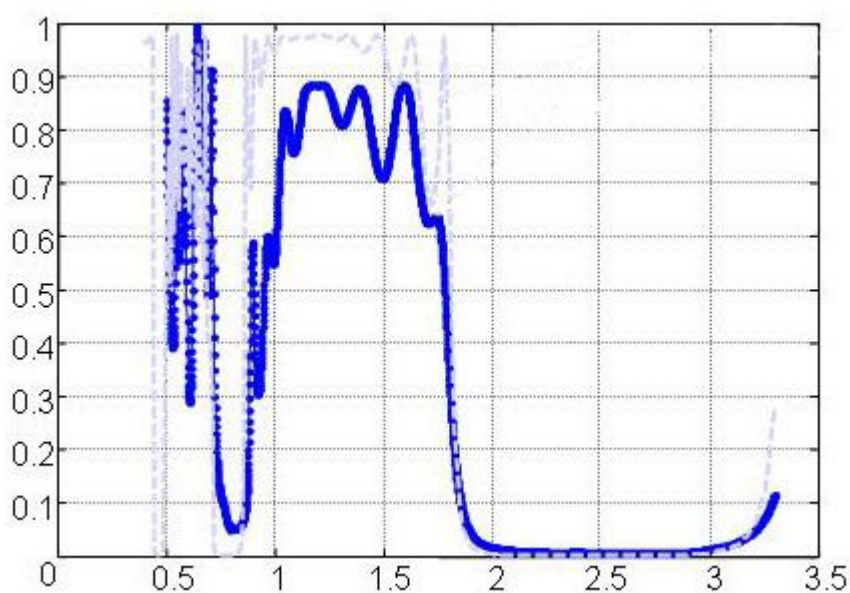
пропускать через себя определённые частоты волн (почти без задержки, как необычайно прозрачные тела), но при этом отражать, словно самое лучшее зеркало, другие волны.

Вообще, фотонные кристаллы в оптике сравнивают с полупроводниками в мире электроники. Применительно к фотонным кристаллам можно говорить о разрешённых и запрещённых энергетических зонах, наподобие таких зон в полупроводниках. Фотонные кристаллы могут быть световыми "проводниками", "диэлектриками" и "полупроводниками", где вместо тока – фотоны.

Теперь вернёмся к проекту MIT. Сразу видно, что при нагреве обычного тела и при использовании обычной фотоэлектрической панели мы получим невысокую эффективность. И вот как-то профессор Джон Кассакиан (John Kassakian), директор лаборатории электромагнитных и электронных систем MIT ([Laboratory for Electromagnetic and Electronic Systems — LEES](http://lees.mit.edu)), собрал своих коллег и сказал: "А почему бы нам не приспособить для сортировки волн фотонные кристаллы? У них же есть как раз нужные нам свойства!".

Ну, возможно, начиналось всё не совсем так. Но результат таков: именно в лаборатории LEES сейчас полным ходом идёт отработка высокоэффективной термофотоэлектрической системы. И уже созданы первые работающие прототипы таких преобразователей.

Исследователи решили подобрать подходящий фотонный кристалл в качестве излучателя света. Тут подошёл так называемый двухмерный фотонный кристалл, со структурой поверхности, похожей по виду на пчелиные соты. Материал – тугоплавкий сплав на основе вольфрама.



Расчётная (светло-синий цвет) и измеренная (тёмно-синий) характеристика фильтра. Шкала внизу – длины волн в микронах, шкала слева — светопропускание (иллюстрация с сайта lees.mit.edu).

Соты эти обладают поперечником и глубиной "колодца", сопоставимыми с длиной волны видимого света. Точнее, эти два размера рассчитаны таким образом, что при нагреве тела они поощряют излучение на определённых частотах и подавляют – излучение других волн.

А ведь обычное нагретое тело светит более-менее равномерно в широком диапазоне частот, которые (частоты) полностью утилизировать было бы сложно.

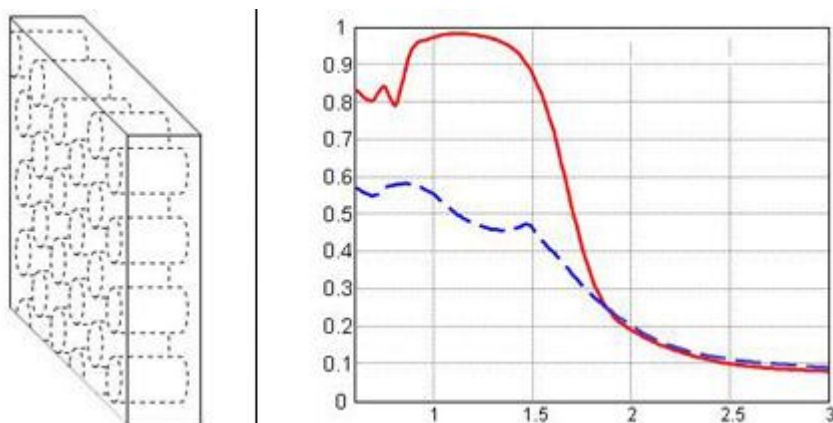
Излучатель этот сделан в виде цилиндра. Вокруг него располагается солнечная батарея. Она тоже необычная. Авторы проекта выполнили её на основе антимонида галлия.

Но главная изюминка проекта – это промежуточный цилиндр, установленный между цилиндром-

излучателем и цилиндром — "солнечной" панелью.

Промежуточный цилиндр этот также представляет собой фотонный кристалл, так называемый одномерный. Составлен он из множества чередующихся слоёв кремния (толщиной по 170 нанометров) и диоксида кремния (390 нанометров).

Этот фотонный кристалл работает как замечательно точный фильтр: волны с длиной ниже 1,7 микрон (эта величина была определена, исходя из параметров фотоэлемента) он пропускает к батарее, а более длинные волны (тепло) — отражает назад, к излучателю.



Сотоподобная структура поверхности вольфрамового излучателя – фотонного кристалла. Справа: сравнение характеристики излучения "просто" вольфрама (синий цвет) и фотонного кристалла на его основе (красный). Шкала внизу – длины волн в микронах, шкала слева – коэффициент излучения (иллюстрации с сайта lees.mit.edu).

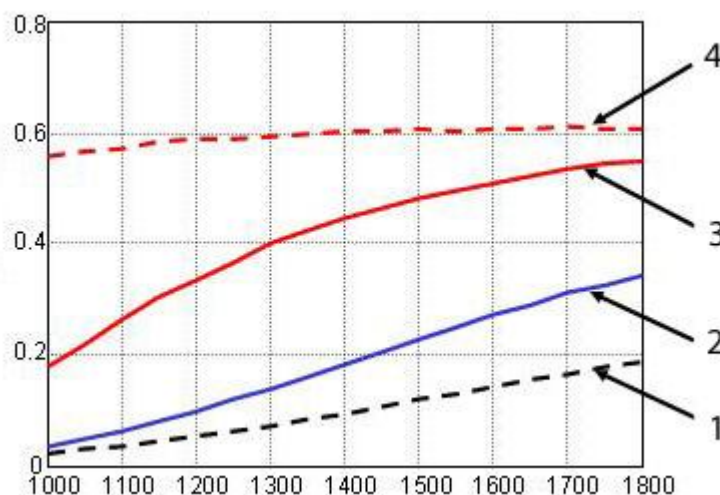
Тем самым достигается двойная выгода, повышающая общий КПД системы: к фотодиоду проходят частоты, которые наиболее эффективно им "перевариваются" и превращаются в электрический ток, а отражённый фильтром в обратную сторону свет помогает поддерживать высокую температуру центрального тела — излучателя.

Проходящее к фотопреобразователю, но всё-таки не превращённое в ток, тепло приводит к нагреву фотоэлемента, так что его ещё приходится охлаждать. Это – одна из основных проблем проекта.

И всё равно, исходя из расчётов и результатов первых опытов с экспериментальными установками, авторы проекта говорят, что в теории таким способом можно превращать энергию топлива в электричество с эффективностью до **40-50%**, что, пожалуй, выше суммарного КПД типичного ДВС, работающего в паре с электрогенератором.

Таким образом, используя нагретое тело, излучающее, в основном, на "правильных" частотах, плюс фильтр, пропускающий к фотобатарее лишь волны, эффективно превращаемые ею в ток, и являющийся также зеркалом для других волн, да и саму батарею из высокоэффективных материалов, авторы добились удивительных параметров.

Они говорят, что такие установки, конечно, не заменят обычные двигатели под капотами автомобилей, но вот в качестве генератора для бортовой сети – были бы идеальны. Судите сами – никаких движущихся частей. Равномерное эффективное сгорание топлива. Бесшумность. Высокий КПД.



Сравнение КПД термофотопреобразователя: 1 – на основе обычного нагретого тела и фотоячейки; 2 – то же, но с промежуточным фильтром частот; 3 – с фильтром и селективным излучателем на основе фотонного кристалла; 4 – то же, но с идеальным фильтром. Шкала внизу – температура нагрева излучателя в Кельвинах, шкала слева – КПД (иллюстрация с сайта lees.mit.edu).

Такие генераторы могли бы давать ток автомобилю на стоянке, так, чтобы не приходилось гонять двигатель. В холод лишнее сбрасываемое фотоячейкой тепло пригодилось бы для обогрева салона, а в жару такой генератор мог бы с минимальными затратами обеспечивать током кондиционер.

Особенно привлекательна такая система для магистральных тягачей. Ведь крутить их огромные моторы почти вхолостую, лишь чтобы обогреть кабину или подзарядить аккумуляторы – слишком накладно и неэффективно.

Ну и, конечно, в качестве дополнительного генератора для гибридных авто такая термофотосистема оказалась бы очень полезной.

Кстати, разу уж вспомнили про гибриды. Один из лидеров в этой области – компания Toyota — по удивительному совпадению является одним из спонсоров данного проекта MIT.

Но вот какого-либо решения о применении термофотогенератора на машинах японцы, мол, ещё не принимали. Не пришло время? Или Toyota не хочет слишком рано волновать конкурентов?

Источник:

<http://www.membrana.ru/articles/technic/2006/05/26/155700.html>