

ИССЛЕДОВАНИЕ МАСКИРОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛЕНКАМИ НАНОПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

М.Ф.С.Х. Аль-Камали

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Беларусь; marwan.ye2@gmail.com*

Введение.

В настоящее время активно развиваются методы создания наноструктурированных материалов, основанные на использовании процессов шаблонного формирования и самоформирования. Одним из материалов, вызывающих практический интерес, является пористый анодный оксид алюминия. Мембраны на основе нанопористого оксида алюминия востребованы в нанотехнологии, микробиологии и ядерной физике, поскольку они обладают рядом уникальных физических и оптических свойств, а также механической прочностью, термической стабильностью и химической стойкостью [1–3].

В современной технике для визуализации теплового изображения объектов используются два типа тепловизоров: охлаждаемые тепловизоры, работающие в коротковолновом диапазоне (3–5 мкм), и неохлаждаемые тепловизоры в средневолновом диапазоне (8–14 мкм). Для обнаружения и идентификации таких тепловых объектов, как человек, спектральная длина волны теплового излучения которого составляет 9,3 мкм, применяются неохлаждаемые тепловизоры. Наряду с развитием технологий теплового сканирования ведется интенсивный поиск новых материалов, позволяющих рассеивать и поглощать тепловое излучение и, таким образом, обеспечить скрытность объектов от наблюдения в ИК–диапазоне.

Цель.

В данной работе исследовалось влияние маски из нанопористого анодного оксида алюминия на тепловую контрастность излучения человека (ладонь человека) на экране неохлаждаемого тепловизора.

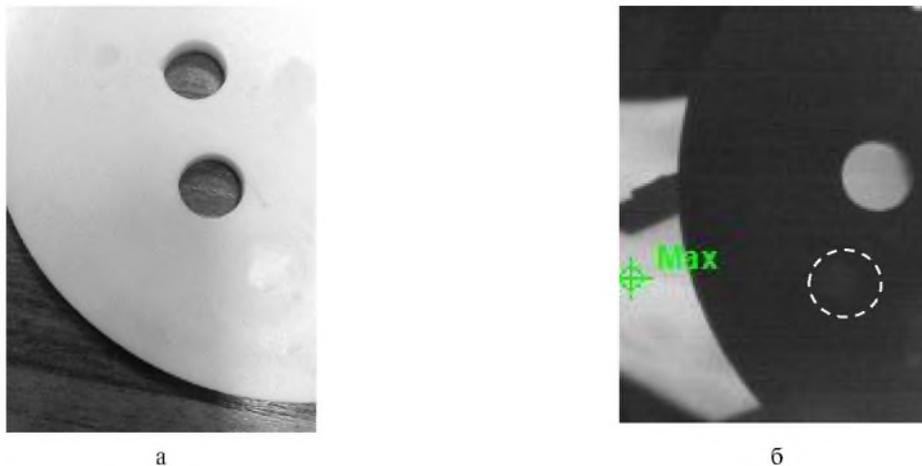
Материалы и методы.

Для исследования картины теплового поля при проведении экспериментов использовали неохлаждаемый тепловизор (Infrared imaging camera system MobIR 4). Для создания тепловых пятен с температурой человека мы использовали фторопластовую пластину с двумя отверстиями размером 14 мм. Фторопластовая пластина размещалась над ладонью человека, пропуская тепловое излучение только в сквозные отверстия. Используемые в качестве маски пленки нанопористого анодного оксида алюминия получали методом анодирования алюминиевой фольги толщиной 100 мкм в 0,4 М водном растворе щавелевой кислоты в потенциостатическом режиме при 60 В.

В экспериментах пленки нанопористого анодного оксида алюминия помещались на фторопластовой пластине над одним из отверстий. Фторопластовая пластина располагалась таким образом, чтобы маска из нанопористого анодного оксида алюминия была удалена на расстоянии 3–5 мм от биообъекта. В наших экспериментах второе отверстие, через которое тепловое излучение проходило без препятствий, являлось контрольным, чтобы можно было оценить эффект маскирования. Один из результатов исследований представлен на рисунке 1.

Результаты и их обсуждение.

Проведенные тепловые исследования показали, что температура ладони, измеренная снаружи, и через отверстие на фторопластовой пластине практически одинаковая ($\Delta T \sim 0,6^\circ\text{C}$). Небольшая разница в значениях объясняется неоднородностью распределения тепла по всей ладони.



а – фотография фторопластовой пластины с двумя отверстиями;
б – тепловизионная картина фторопластовой пластины с тепловыми пятнами от биообъекта с маскированием одного отверстия пленкой нанопористого анодного оксида алюминия

Рис. 1. Результаты тепловизионных исследований

Температура на поверхности фторопластовой пластине составляла около $30,3^\circ\text{C}$, а в отверстиях с тепловым излучением от ладони $34,5^\circ\text{C}$. Представленные результаты тепловизионных исследований показали, что пленка нанопористого оксида алюминия, расположенная на фторопластовой пластине толщиной 5 мм, обеспечивает эффективное экранирование теплового излучения тела человека. При этом регистрируемое изменение разницы температур от биообъекта при наличии и отсутствии анодной пленки составляет не менее 4–5 градусов. Несмотря на оптическую прозрачность в видимом диапазоне, пленки нанопористого анодного оксида алюминия заметно ослабляют пропускание излучения в среднем ИК диапазоне ($\lambda = 8\text{--}14\text{ мкм}$), что может позволить использовать их в качестве фильтров для поглощения излучения биообъектов.

Проведенные исследования показали, что пленки нанопористого анодного оксида алюминия имеют хорошие теплоизоляционные и экранирующие свойства для ИК излучения в области длин волн 6–16 мкм и могут быть использованы в качестве теплозащитных экранов для сглаживания контраста тепловых излучений объекта и окружающего фона и для повышения эффективности тепловой маскировки объектов. В результате нагретый объект на тепловом фоне теряет контрастность и становится малозаметным.

Литература:

1. Masuda H., Abe A., Nakao M., et. al Ordered mosaic nanocomposites in anodic porous alumina // *Journal of Advanced Materials*. 2003. № 15(2). P.161–164.
2. Напольский К.С. Синтез пространственно-упорядоченных металл-оксидных нанокompозитов на основе пористого оксида алюминия. Описание задач спецпрактикума «Методы получения и анализа неорганических материалов». М.: МГУ, 2011, 31 с.
3. Врублевский, И.А. Структура пленок пористого оксида алюминия, формируемых в электролитах на основе органических кислот / И.А. Врублевский, С.К. Дик, А.С. Терех и др. // *Проблемы физики, математики и техники*. – 2012. – Т. 12, № 3. – С. 101–105.