

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ ИК-ИЗЛУЧЕНИЙ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Пулко Т. А., Насонова Н. В., Абдулькабер Хамза Абдулькадер  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, Беларусь, 220013  
e-mail: aleks@bsuir.by

**Аннотация** — Разработан композиционный влагосодержащий материал на основе капиллярно-пористых матриц, пропитанных раствором гигроскопичной неорганической соли, покрытых с двух сторон слоем кристаллического гидрофильного полимера. Получены временные зависимости нагрева поверхности влагосодержащего композиционного материала. Изучены зависимости эффективности экранирования ИК-излучений от состава и структуры сформированного композиционного материала.

## I. Введение

Защита различных объектов от мощных тепловых воздействий (нежелательного перегрева, пламени, короткого замыкания, ИК-излучений и т.д.), в результате которых может иметь место пожар или выход из строя приборов, оборудования и т. п. предполагает использование различного рода теплозащитных композиционных материалов, покрытий, конструкций, защитных экранов. Для экранирования ИК-излучений в качестве базовых модулей используемых материалов применяются пористые матрицы на основе неорганических оксидов, углеродных сорбентов, полимеров, природных сорбентов, пористых металлов и композитов или их смеси с открытыми порами различных размеров [1, 2]. С целью повышения времени тепловой стойкости материалов в случае мощных тепловых воздействий в поры матриц помещают органические и неорганические растворы, дополнительно способствующие ослаблению влияния излучения в ИК диапазоне длин волн [3].

## II. Результаты испытаний

Для экранирования ИК-излучений было предложено использовать влагосодержащий композиционный материал, в качестве основы которого применяется высокопористое машинно-вязанное полотно с поверхностной плотностью до  $1313 \text{ г/м}^2$ , что обеспечивает высокую степень заполнения машинно-вязанного полотна при его пропитке различными водными растворами. Исследуемые образцы размещались на передней панели источника ИК излучения, температура нагрева которого составила  $180^\circ\text{C}$ . Для получения термограммы использовался тепловизор MobIR M4, показывающий распределение температурных полей по поверхности образцов в спектральном диапазоне 8 - 12 мкм.

Машинно-вязанное полотно пропитывалось водным раствором гигроскопичной неорганической соли и покрывалось слоем кристаллического гидрофильного полимера, для минимизации процесса десорбции раствора из объема экранирующего материала при высоких температурах нагрева защищаемой поверхности в ИК диапазоне (образец 1). Был проведен сравнительный анализ зависимости температуры поверхности образцов от времени нагрева для исходного пористого тканого материала (образец 2) и для двухслойной комбинированной структуры, состоящей из влагосодержащего и сухого капиллярно-пористого тканого материала (образец 3) (рис. 1).

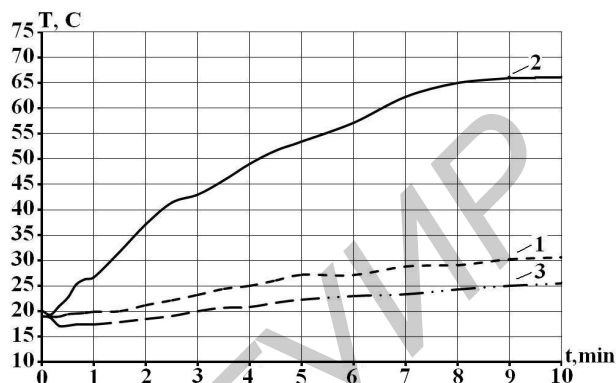


Рис. 1. Временная зависимость температуры поверхности образцов капиллярно-пористого материала: 1 - влагосодержащего; 2 - сухого; 3 - комбинированного.

Fig. 1. Time behavior of temperature of capillary-porous material surface: 1 - liquid-containing; 2 - dry; 3 - combined

Интенсивность инфракрасного излучения на поверхности образцов увеличивалась с повышением температуры их нагрева, что позволило определить характер тепло- и массо- обмена образцов. При этом наблюдаемый нагрев поверхности образцов машинно-вязанного полотна, пропитанного водным раствором неорганической соли и покрытого полимером, значительно ниже по сравнению с сухим полотном (до  $65^\circ\text{C}$ ) и составлял порядка  $30^\circ\text{C}$ , а при использовании комбинированной структуры -  $25^\circ\text{C}$ .

Для увеличения времени функционирования экранирующего ИК излучение материала было предложено использовать установку прямооточного воздушного двигателя, скорость воздушного потока которого составляла  $0,98 \text{ м/с}$ , что определялось чашечным анемометром МС-13. Движение воздушного потока было выбрано по фронтальной плоскости образцов, закреплённых на каркасе. Отмечено, что температура поверхности всех при работе установки образцов составляла  $18\text{-}23^\circ\text{C}$ , благодаря дополнительно охлаждению установкой прямооточного воздушного двигателя, при этом стабильность наблюдаемых свойств экранирующего материала составляла 40 минут (продолжительность эксперимента) (рис. 2).

При нормальном температурно-влажностном режиме ( $t=20\text{-}25^\circ\text{C}$ ;  $\phi=70\text{-}80\%$ ) синтезированный композиционный материал способен удерживать до 67-75 мас.% влаги, сорбированной благодаря дополнительной адсорбции воды из атмосферы.

## III. Интерпретация результатов испытаний

Показано, что использование синтезированного композиционного материала позволяет снизить температуру поверхности на  $35^\circ\text{C}$  по сравнению с исходным пористым материалом. Работа теплового экрана сопровождается эндотермическим процес-

сом десорбции растворного наполнителя со стороны ИК источника и процессом сорбции с внешней стороны, вследствие температуры нагрева экрана до комнатной (20°C), которая позволяет растворному наполнителю в объёме машинно-вязанного полотна сорбировать молекулы воды из воздуха.

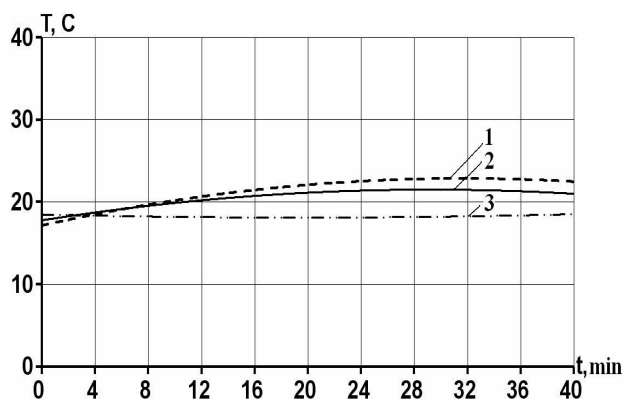


Рис. 2. Временная зависимость нагрева поверхности образцов капиллярно-пористого материала под воздействием направленного воздушного потока: 1 - влажосодержащего; 2 - сухого; 3 - комбинированного.

Fig. 2. Time behavior of temperature of capillary-porous material surface under the directed air blow-off: 1 - liquid-containing; 2 - dry; 3 - combined

Предлагаемый влажосодержащий композиционный материал характеризуется регенерацией свойств, заключающейся в том, что в процессе и после воздействия источника ИК-излучения, он адсорбирует воду из воздушной среды, при влажности воздуха порядка 70-80%, что обусловлено сорбционными свойствами растворного наполнителя и капиллярно-пористой структурой машинно-вязанного полотна, состоящей из капилляров размером 10-20 мкм, в результате чего материал дополнительно увлажняется за счет капиллярной конденсации. Образование химических связей между ионами диссоциированной соли и молекулами жидкости препятствует выталкиванию молекул воды из пор материала, тем самым сохраняя первоначальный уровень влажосодержания тканого материала независимо от температурных условий. Применение установки прямооточного воздушного двигателя способствует поддержанию температуры поверхности материала, экранирующего ИК излучение, на уровне 18-23°C, в течение не менее 40 минут, что обеспечивается конвективным охлаждением воздушным потоком поверхности экрана, обращенной к источнику ИК излучения.

#### IV. Заключение

Установлено, что влажосодержащий композиционный материал позволяет экранировать ИК излучения в течение длительного времени (не менее 40 минут). При этом влажосодержание образцов снижается незначительно (не более, чем на 8%), при условии, что в обычных условиях влажосодержание таких матриц остаётся стабильным в течение длительного периода времени. Синтезированный материал обла-

дает высокой стабильностью свойств под действием повышенной температуры и может использоваться не только в ИК диапазоне излучения, но и для экранирования СВЧ излучений [4]. Показано, что пропитанные раствором капиллярно-пористые матрицы с кристаллическим полимером в виде защитной плёнки на их поверхности способны сохранять определённый уровень влажосодержания и стабильность эксплуатационных характеристик при повышенных температурах и скоростном воздушном потоке.

#### V. Список литературы

- [1] Поглотители электромагнитного излучения. Применение в вооруженных силах / Т. В. Борботько, Н. В. Колбун, Л. М. Лыньков. — Мн.: Бестпринт, 2006. 228 с.
- [2] Левицкий Э. А.; Пармон В. Н.; Мороз Э. М.; Богданов С. В.; Богданчикова Н.Е.; Коваленко О.Н., Пат. 2042695 (РФ). Теплоаккумулирующий материал и способ его получения. Оpubл. в Б.И., 1995. № 4839454/26.
- [3] Танащев Ю. Ю.; Аристов Ю. И.; Пармон В. Н., Пат. 2142596 (РФ), Теплозащитный композиционный материал-покрытие. Оpubл. в Б.И., 1999. № 98121569/06.
- [4] T. A. Pulko, N. V. Kolbun, L. M. Lynkov. Microwave radiation shielding effectiveness of composite liquid-containing materials in dependence on hygroscopic properties of the compounds // The 19<sup>th</sup> International Conference "Electromagnetic disturbances EMD 2009". Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Conference. September 23–25 2009, Bialystok, Poland, P.98 – 103.

### INFRA RED RADIATION SHIELDING EFFICIENCY OF LIQUID-CONTAINING COMPOSITE MATERIALS

T. A. Pulko, N. V. Nasonova,  
Abdulkaber Hamza Abdulkader  
Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics  
6, P. Brovki Str., Minsk, 220013, Belarus,  
e-mail: aleks@bsuir.by

**Abstract** — We offer the composite liquid-containing material based on the capillary-porous matrixes impregnated with a hygroscopic inorganic salt solution and with two sides covered with crystalline water-retentive polymer layers. Time behavior of composite materials surface temperature is obtained. Dependence of IR-radiation shielding efficiency on composition and structure of the composite material is studied.

#### I. Introduction

In order to protect the equipment against intensive thermal actions caused by overheating, flame, short faults etc usually different materials, coatings, heat shields are applied.

#### II, III. Main Part

The infra red (IR) source temperature was 180 °C. We have developed the composite liquid-containing material based on the capillary-porous matrixes capable to decrease the surface temperature of the initial porous matrix from 65 °C down to 30 °C. Double-layered structure material ensures a temperature decrease down to 25°C.

#### IV. Conclusion

The developed composite material possesses highly stable properties and shielding effectiveness for IR radiation under air blow-off and during at least 40 minutes.