

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ РАДІАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ШАРУ

Юрій Бойчук

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача
НАН України, yuronchuk@gmail.com

Металокерамічні, пористі, волокнисті композити, композиційні фарби та інші матеріали, що мають низьку теплопровідність знаходять широке застосування для створення теплоізоляційних і термозахисних покривів [1–3]. Їх експлуатаційні властивості можуть істотно залежати як від об'ємних, так і від поверхневих радіаційних властивостей. Тому для оптимального проектування таких покривів, розроблення технологій їх виготовлення, а також оцінювання їхніх експлуатаційних властивостей необхідні об'єктивні дані щодо поверхневих радіаційних властивостей, зокрема, – значень інтегральних коефіцієнтів чорноти ε та розсіювання ρ .

У доповіді розглянуто розв'язок оберненої задачі ідентифікації поверхневих радіаційних властивостей шару низької теплопровідності, який встановлений на металевій поверхні, на основі даних вимірювання температури його вільної поверхні та густини енергії ІЧ-випромінювання, яке виходить через цю поверхню назовні. Температуру вільної поверхні покриву та потік енергії, яку шар випромінює через цю поверхню, можна виміряти в умовах експлуатації об'єкта, використовуючи існуючі засоби теплових вимірювань.

Запропонований метод неруйнівного визначення інтегральних коефіцієнтів чорноти ε та розсіювання ρ базується на математичній моделі кондуктивно-променевого теплообміну, в якій враховано поглинання, випромінювання та розсіювання ІЧ-радіації як в об'ємі, так і на поверхні шару. Це забезпечує можливість застосування розробленого методу до діелектричних шарів, товщина яких сумірна із довжиною вільного пробігу фотона в середовищі.

Математична модель теплових процесів враховує кондуктивний і радіаційний механізми перенесення теплової енергії в об'ємі шару, неоднорідність його температурного поля за товщиною, порушення радіаційної рівноваги у приповерхневій області та розсіювання ІЧ

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2019», 27–29 травня 2019 р., Львів

випромінювання поверхнею. Обернена задача, сформульована в рамках цієї моделі, розв'язується ітераційно з використанням методу Ньютона-Рафсона.

Отже, запропонований спосіб дозволяє визначити поверхневі радіаційні властивості діелектричних шарів, усунувши похибки, які зумовлені порушенням радіаційної рівноваги в приповерхневій області шару та впливом поверхневого розсіювання на інтенсивність випромінювання, що виходить із шару назовні через поверхню. До того ж, спосіб простий у реалізації, його можна застосовувати *in situ* – на реальних об'єктах, які містять металеві поверхні з теплозахисними покриттями і перебувають в експлуатації.

1. Анисимов М. В., Лычагин Д. В., Рекунов В. С., Таалайбеков Ж. Т. Экспериментальное определение интегральной степени черноты сверхтонких жидких композиционных теплоизолирующих покрытий. // Изв. Томск. политех. универ. Инжиниринг георесурсов. – 2016. Т. 327, № 5. – С. 106–115.
2. Щетанов Б. В., Ивахненко Ю. А., Бабашов В. Г. Теплозащитные материалы // Российский химический журнал. 2010. Т. 54, № 1. С. 12–19.
3. Tleoubaev A. Conductive and Radiative Heat Transfer in Insulators. // Technical Report. Wakefield, MA, USA, 1998.

THE INVERSE PROBLEM OF IDENTIFICATION OF SURFACE RADIATIVE PROPERTIES OF DIELECTRIC LAYER

The inverse problem for identification of surface radiative parameters (integral emissivity and scattering coefficients) of a dielectric layer of low thermal conductivity has been considered in the paper. Data obtained by measuring the surface temperature of the layer and IR energy emitted by it outward through the surface are considered as the informative parameters for the inverse problem. These problems were formulated within the framework of the conductive-radiative heat exchange model. The direct identification problem was solved with the use of earlier developed iterative algorithm for nonlinear boundary-value problem of heat transfer. Using the solutions of the direct identification problem, the dependences of informative parameters on the values of identification parameters have been studied. An iterative algorithm for solving the inverse identification problem was developed based on the Newton-Raphson method and with the use of the iterative algorithm for solving the direct problem. A study of the convergence of the developed algorithm was carried out. The results obtained can be used to create a non-destructive method for determining the surface radiative parameters of thermal insulation coatings in conditions of their operation.