

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОГЛИНАННЯ І РОЗСІЮВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ШАРУ

Юрій Бойчук

ІППММ імені Я. С. Підстригача НАН України, yuronchuk@gmail.com

Для оптимального проектування покриттів низької теплопровідності (металокерамічних, пористих, волокнистих композитів, композиційних фарб тощо), розроблення технологій їх виготовлення, а також оцінювання їхніх експлуатаційних властивостей необхідні об'єктивні дані щодо їх об'ємних коефіцієнтів поглинання κ та розсіювання σ . Ці коефіцієнти є маловідомі в літературі для багатьох матеріалів. Також підходи до їх визначення передбачають проведення вимірювань в лабораторних умовах із використанням складного обладнання, що часто унеможлиблює застосування до реальних технічних об'єктів в умовах їхньої експлуатації [1, 2]. Крім того такі підходи здебільшого вимагають використання спеціально створених товстих зразків – прототипів [3].

У доповіді представлено спосіб визначення одночасно двох об'ємних коефіцієнтів поглинання κ та розсіювання σ ІЧ-випромінювання в плоскому діелектричному шарі на основі даних температури його поверхні та енергії ІЧ радіації, яку він випромінює через цю поверхню у зовнішнє середовище. Для цього використовуємо розроблену модель кондуктивно-променевого теплообміну в шарі, який поглинає, випромінює та розсіює ІЧ-радіацію як в об'ємі, та і на поверхні [4]. В рамках моделі сформульована обернена задача для визначення коефіцієнтів κ та σ .

Із використанням ітераційного алгоритму чисельного розв'язування задачі, який базується на методі Ньютона-Рафсона, а також із використанням методу обчислювального експерименту проведено дослідження збіжності запропонованого алгоритму розв'язку оберненої задачі для конкретних матеріалів.

Дослідження показали, що алгоритм швидко збігається для зразків товщиною не більше декількох міліметрів. Для зразків більшої товщини – ітераційний процес розбігається. Таку поведінку можна пояснити тим, що зі зростанням товщини шару біля його поверхні виникає область різкої зміни температури та інтенсивності випромінювання (приповерхневий граничний шар). Внаслідок цього задача стає сингулярно збуреною.

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2022», 25–27 травня 2022 р., Львів

На швидкість збіжності алгоритму також впливають коефіцієнт теплопровідності λ матеріалу та вибір початкового наближення коефіцієнтів κ та σ , хоча цей вплив є менш суттєвий.

Застосування методів регуляризації може розширити область збіжності ітераційного процесу, що буде проведено у подальших дослідженнях.

Отже, розроблена методика може бути використана для експериментального теоретичного визначення об'ємних коефіцієнтів поглинання κ та розсіювання σ тонких діелектричних шарів та теплозахисних покривів. Температуру вільної поверхні шару і потік енергії, який він випромінює через цю поверхню у зовнішнє середовище, можна виміряти в умовах експлуатації (in-situ), використовуючи існуючі засоби теплових вимірювань.

1. *Chekurin V., Boychuk Y.* The Inverse Problem for Determination of Surface Emissivity and Reflectivity of a Layer of Low Thermal Conductivity. 2019 XXIVth International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED): Lviv, Ukraine, 12–14 Sept. 2019. P. 73–78. DOI: 10.1109/DIPED.2019.8882631
2. Draggoo G., Morton R., Sawicki R., Bissinger H. Optical absorption measurement system Pat. 4868768 United States, № 25425874, Appl.: 06/908,482, Filed: 17.09.1986, <https://www.osti.gov/servlets/purl/867114>.
3. *Yiwen Li, Puyousen Z., Ge Ch., Yao Li, Weizhuo H., Yuqin Li, Zhaoqiang J.* Study on Method for Measuring Coating Emissivity by Applying Active Irradiation Based on Infrared Thermal Imager // *Sensors* 2022. –2022, Vol. 2392, P. 1–17. <https://doi.org/10.3390/s22062392>
4. *Chekurin V., Boychuk Y.* An iterative method for solving of coupled equations for conductive-radiative heat transfer in dielectric layers. *Advances in Mathematical Physics*. 2017. Vol. 2017. P. 1–11. Article ID 9139135. DOI: 10.1155/2017/9139135

A METHOD FOR DETERMINING OF ABSORPTION AND SCATTERING COEFFICIENT OF DIELECTRIC LAYER

An inverse problem for simultaneous determination of the absorption and scattering coefficients of a layer volume of small thermal conductivity on the base of data obtained by measuring surface temperature and energy flux flowing out the layer through its surface has been considered.