

Н.Є. Гоц, д.т.н., доцент, професор кафедри МСС; Ю.М. Дзіковська, аспірант

МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ ТЕПЛОВІЗОРА В РОБОЧИХ УМОВАХ

Ключові слова: тепловізор, сірий площинний випромінювач, калібрування, методична похибка.

Тепловізійні вимірювання температури та градієнта температури об'єктів за інфрачервоним випроміненням у промисловості відіграють важливу роль як ефективний дистанційний спосіб отримання інформації про технічний стан об'єктів дослідження. При цьому гостро постає питання забезпечення точності та відтворюваності результатів проведених тепловізійних вимірювань. У результаті дослідження чинних в Україні нормативно-технічних документів із питань вимірювань розподілу температури теплового поля промислових об'єктів виявили доцільність у розробленні методики проведення додаткового калібрування тепловізорів в робочих умовах.

Значення основної похибки вимірювання температури та градієнта температури нормується технічною документацією до тепловізора. Але необхідно зазначити, що калібрування тепловізора згідно ГОСТ 8.395-80 відбувається в нормальних умовах, при яких нормуються значення коефіцієнта випромінення еталонного випромінювача, забезпечується відсутність фонового випромінення та впливу проміжного середовища на результати калібрування. В робочих умовах експлуатації вплив цих факторів на покази тепловізора є значним і може становити десятки градусів [1]. Отже, покази тепловізора, відкаліброваного за еталонним площинним випромінювачем (моделі АЧТ) у нормальних умовах, при його застосуванні для вимірювання температури об'єкта в робочих умовах експлуатації будуть різнитися. Це визначає методичну похибку вимірювання температури за випроміненням в умовах експлуатації [2].

Для вирішення цієї проблеми запропоновано методику проведення додаткового калібрування тепловізора в робочих умовах із визначенням значень впливних факторів з метою введення поправки в результати вимірювань.

В основі даної методики запропоновано алгоритм проведення вимірювання потоку випромінення у двох спектральних ділянках із використанням сірого площинного випромінювача згідно формули вихідного сигналу окремого елемента матриці приймачів випромінення у робочих умовах:

$$S_p(\lambda, T) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda, T) \cdot \tau_{\text{ПСРВ}}(\lambda, T) \left[\varepsilon_i(\lambda, T) \cdot C_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} + (1 - \varepsilon_i(\lambda, T)) \Phi(\lambda, T_{\text{ФБРВ}}) \right] d\lambda$$

де $\tau_{\text{ПСРВ}}(\lambda, T)$ – коефіцієнт пропускання проміжного середовища в робочих умовах; $\Phi(\lambda, T_{\text{ФБРВ}})$ – потік фонового випромінення оточуючих предметів у робочих умовах; $\varepsilon(\lambda, T)$ – коефіцієнт випромінення; T – значення температури; $i=1$ – значення величин для сірого площинного випромінювача; $i=2$ – значення величин для об'єкта дослідження; $\lambda_1 \div \lambda_2$ – робоча спектральна смуга оптично-приймальної системи тепловізора; C_1 та C_2 – сталі.

Перший етап розробленого алгоритму включає визначення параметрів, котрі можна отримати з використанням площинного випромінювача (за умови наявності інформації про його коефіцієнт випромінення та значення температури), а саме коефіцієнта пропускання проміжного середовища та фонового випромінення в робочих умовах. Вимірювання проводиться у двох спектральних ділянках. На другому етапі на основі проведення вимірювань також у двох спектральних ділянках, враховуючи відомі нам значення коефіцієнта пропускання проміжного середовища та фонового випромінення, знаходимо температуру та коефіцієнт випромінення об'єкта дослідження. Значення впливних факторів використовуємо для внесення поправок у калібрувальну функцію тепловізора.

Також запропоновано конструкцію сірого еталонного площинного випромінювача.

Таким чином, застосування даного алгоритму у реальних умовах сприятиме підвищенню точності практичних вимірювань, адже забезпечить зменшення методичної складової похибки вимірювання температури та градієнта температури за випроміненням.

1. Інформаційно-вимірювальна техніка: у 2 т. / М.М. Дорожовець [та ін.]. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2005. – Т. 1. – 455 с. 2. Гоц Н.Є., Дзіковська Ю.М. Дослідження особливостей застосування тепловізорів у промислових умовах / Н.Є. Гоц, Ю.М. Дзіковська // Український метрологічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 26-31.