

УДК 536.521

## ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗАСОБІВ ПІРОМЕТРІЇ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ МАШИНОБУДІВНОГО І НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

**Ю.В. Воліховський<sup>1)</sup>, Б.Ю. Гриневич<sup>2)</sup>, П.Г. Столярчук<sup>2)</sup>**

1 – Управління магістральних газопроводів «Львівтрансгаз», вул. Рубчака, 3, м. Львів, 79026,

2 – Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, тел.: (0322)258-23-94

*Представлено результати теоретичних досліджень стану вітчизняного приладобудування в галузі засобів пірометрії. Зроблено висновки щодо відставання в галузі в порівнянні з розвитком закордонних засобів пірометрії. Причиною такого відставання слід вважати недостатньо розвинуту і досконалу теорію проектування і структурної побудови промислових засобів пірометрії. Поставлені задачі в цій галузі, вирішення котрих дозволить подолати вказане відставання.*

*Ключові слова: засіб температурної діагностики, засіб пірометрії, методична похибка, неруйнівний контроль.*

*Представлены результаты теоретических исследований состояния отечественного приборостроения в отрасли средств пирометрии. Сделаны выводы относительно отставания в отрасли по сравнению с развитием зарубежных средств пирометрии. Причиной такого отставания следует считать недостаточно развитую и совершенную теорию проектирования и структурного построения промышленных средств пирометрии. Поставлены задачи в этой отрасли, решение которых позволит преодолеть указанное отставание.*

*Ключевые слова: средство температурной диагностики, средство пирометрии, методическая погрешность, неразрушающий контроль.*

*The results of theoretical researches of the state of national instrument-making in the area of pyrometry facilities are represented in the work. Conclusions concerning the lag in industry as compared to the development of oversea manufacturers of measuring facilities are made. The reason of such lag is the insufficiency in development and perfection of the planning theory of a measuring facilities structure. The established tasks should allow to overcome the mentioned lag in industry.*

*Key-words: facilities of temperature diagnostics, facilities of pyrometry, methodical errors, non-destructive control.*

Гострота проблеми створення нової номенклатури промислових засобів пірометрії випромінювання підсилюється в сучасних умовах швидкими темпами освоєння і розвитку нових технологій в різних галузях машинобудування, де контактні методи вимірювання температури є неефективними по причині недостатньої надійності, низького ресурсу та швидкодії.

Актуальність проблеми для вітчизняного приладобудування значно зросла в останні роки по причині обмеження використання дорогіших металів і сплавів на їх основі для контактних вимірювань температури термометрами і термометрами опору. При цьому технічні характеристики засобів пірометрії не

повинні поступатися контактним засобам щодо точності і нижньої границі вимірювання температури:

Перевагами безконтактних методів вимірювання температури слід відмітити:

- високу швидкість вимірювання;
- високу надійність при вимірюванні високих температур без обмеження верхньої границі;
- вимірювання температури рухомих, недоступних і небезпечних об'єктів без механічного контакту з ними;
- вимірювання температури без спотворення температурного поля (що актуально для об'єктів малих розмірів).

При сучасній теоретичній базі пірометрії

випромінювання і практичній реалізації її засобів загальна проблематичність створення конкурентоздатної номенклатури засобів пірометрії полягає у відсутності достатнього наукового доробку теоретичних основ проектування і структурної побудови конкретизованої номенклатури промислових засобів пірометрії випромінювання, параметри яких не поступаються існуючим контактним засобам та зарубіжним аналогам. Це стосується монохроматичних пірометрів, пірометрів спектрального відношення, тепловізорів та пірометрів повного і часткового випромінювання [1].

Незважаючи на отримані певні успіхи в розвитку теорії безконтактного вимірювання температури і створенні обмеженої номенклатури засобів пірометрії, теорія проектування і структурної побудови промислових засобів не була доведена до завершення [2], зокрема:

- при зроблених спробах узагальнити техніко-експлуатаційні характеристики засобів пірометрії і оцінити їх рівень по єдиному критерію не вдавалось оптимізувати енергетичні параметри для синтезу структурних схем. При цьому структурна побудова не впливала з сукупних параметрів пірометричних перетворювачів;

- аналітичний вираз функції перетворення не враховував впливів неінформативних факторів що не дозволяло встановити всі граничні параметри засобів, розробити теорію отримання мінімальних методичних і інструментальних похибок, близьких до рівня термопар і термометрів опору;

- розроблений метод аналізу основних енергетичних параметрів засобів пірометрії та роботи інших авторів не ставили перед собою задачу щодо розробки теорії проектування, кінцевим результатом якої є термометричний перетворювач, наділений перевагами контактних і безконтактних засобів термометрії.

Крім згаданих вище, в останні роки з'явилися розробки в галузі багатоканальної та спектральної пірометрії, котрі вдало поєднують переваги і можливості різних типів засобів пірометрії [3,4]. Тут задача ще більше ускладнюється, оскільки діапазон початкових умов для аналізу охоплює широкі межі як в температурі, так і в діапазонах довжин хвиль. Велика різноманітність об'єктів дослідження, умов вимірювання температур в цих об'єктах, різні вимоги до діапазону і точності вимірювання температур – все це ускладнює можливість створення універсальних пірометричних методів і пристроїв.

Вирішити цю проблему можна, створивши єдину узагальнену теорію проектування і структурної побудови промислових засобів пірометрії випромінювання з наперед заданими і прогнозованими основними параметрами, що обумовлюють переваги контактних засобів термометрії. Для цього слід вирішити наступні задачі:

- розробити основні положення теоретичних основ проектування пірометричних засобів з допомогою нових критеріїв класифікації, повного аналітичного опису функції перетворення та основного пірометричного співвідношення між основними енергетичними параметрами;

- розробити узагальнені та індивідуальні методики проектування з оптимізованими або граничними параметрами;

- здійснити аналіз похибок та розробити методики аналізу номінальної статичної характеристики пірометричного перетворювача;

- розробка структурних методів підвищення точності перетворювачів на основі теоретичних і експериментальних досліджень в області пірометрії випромінювання;

- здійснити теоретичні і експериментальні дослідження щодо забезпечення єдності вимірювання, розробити нові нормативні документи в області пірометрії випромінювання;

- розробити агрегатні комплекси і засоби пірометрії випромінювання, параметричні ряди та спеціалізовані засоби з перевагами безконтактних і контактних засобів.

Теорія проектування повинна спрямовуватись на зменшення методичних і інструментальних похибок, досягнення граничних параметрів, що максимально визначаються граничними можливостями приймачів випромінювання і оптичною схемою. В процесі пірометричних вимірювань на результат впливають ряд чинників внутрішнього і зовнішнього характеру. До внутрішніх належать:

- аберації в оптичних системах при зміні спектрального складу оптичного випромінювання від об'єкта дослідження;

- зміна спектральної чутливості приймача випромінювання від рівня інтенсивності потоку випромінювання;

- зміна функцій перетворення структурних елементів обробки сигналу під впливом енергетичних і температурних змін.

До зовнішніх чинників відносять наступні:

- відстань між засобом вимірювання і об'єктом;

- стан поверхні об'єкта дослідження (коефіцієнт випромінювання);
- зміна спектрального складу випромінювання об'єкта в залежності від його температури;
- фонове випромінювання;
- спектральне поглинання випромінювання від джерела середовищем;
- послаблення випромінювання із-за поглинання та розсіювання його твердими та рідкими частинками речовин зваженими в повітрі.

Отримавши достовірну інформацію про перераховані чинники, можна на основі апаратної функції засобу вимірювання і умов проведення вимірювання з високою точністю розрахувати результат шляхом використання мікропроцесорної техніки. А отримати ці дані можна, ввівши в структуру засобу додаткові канали вимірювання (як контактні, так і безконтактні) для всіх впливних величин і дослідивши залежності зміни номінальних характеристик під їх впливом.

На основі існуючих методів та результатів досліджень в різних галузях пропонується пошук кореляційних зв'язків результатів спектральних досліджень в оптичному ( $\lambda=10\text{нм}\div 750\text{мкм}$ ), радіо ( $\lambda=300\div 15000\text{м}$ ) і звуковому ( $\lambda=15\div 6000\text{см}$ ) діапазонах електромагнітних коливань з фізико-хімічними характеристиками об'єктів. Доцільно перелічені методи об'єднати в один комплексний метод, котрий би базувався на результатах реакції об'єкта на проходження, відбивання чи поглинання електромагнітної хвилі змінної довжини. Крім того, для підвищення точності вимірювання в багатьох випадках при проектуванні слід використовувати структурні методи, що використовують джерела випромінювання в якості опорних чи зразкових джерел. Введення опорних чи зразкових джерел (пірометричних ламп, світлодіодних випромінювачів, мікро-АЧТ) супроводжується значними змінами структури оптичної і електричної схем. При цьому суттєво змінюється методика вимірювання, яка пов'язана з калібруванням засобу вимірювання: періодичним чи постійним, ручним чи автоматичним.

Розробка принципово нових напрямків промислової пірометрії випромінювання вимагає створення нових зразкових засобів метрологічного забезпечення, а для досягнення єдності вимірювання при існуючих схемах повірки необхідна розробка більш досконалих нормативних матеріалів.

Вирішення поставлених задач дозволить подолати відставання в галузі промислової пірометрії випромінювання.

## **ВИСНОВКИ**

З метою суттєвого покращення стану вітчизняного приладобудування щодо засобів пірометрії для проведення неруйнівного контролю машинобудівного і особливо нафтогазопромислового обладнання необхідно розвивати теорію проектування і структурної побудови промислових засобів пірометрії, а також приділити значну увагу розробленню відповідної нормативної документації для проведення промислової пірометрії.

*1. Державна повірочна схема для засобів вимірювання температури. Безконтактні засоби вимірювання температури: ДСТУ 3194:2005 - К.: Держспоживстандарт України, 2005. 2. Засименко В.М., Обручников Ю.Б., Негруцак В.Т., Особенности нормирования метрологических характеристик промышленных пирометров излучения. - М: Измерительная техника, 1992, №3, 39-41 с. 3. Гриневич Б.Ю., Засименко В.М., Ванько В.М., Дроздовський В.В. Модернізований візуальний пірометр для багатоканальних вимірювань // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. / Хмельницький ТУП. Збірник наукових праць. Випуск № 9, том 1, 2002р., с. 43-45. 4. Б.Ю. Гриневич, Т.Г. Бойко, І.М. Приймачук. Спектральні методи в кваліметричних дослідженнях // Вісник НУ «ЛП» Вимірювальна техніка і метрологія – 2009. - № 70. С. 206-209.*

**Поступила в редакцію 14.11.2011 р.**

**Рекомендував до друку докт. техн. наук,  
проф. Яцук В. О.**