

## Метод передачі температурної шкали інфрачервоним термометрам випромінення на засадах первинної термометрії

*Назаренко Л. А., д.т.н., проф.*

*Харківський національний університет міського господарства,*

*м. Харків вул. Революції, 12, (057) 707 – 31 – 15*

*E-mail: [Lnazarenko@ksame.kharkov.ua](mailto:Lnazarenko@ksame.kharkov.ua)*

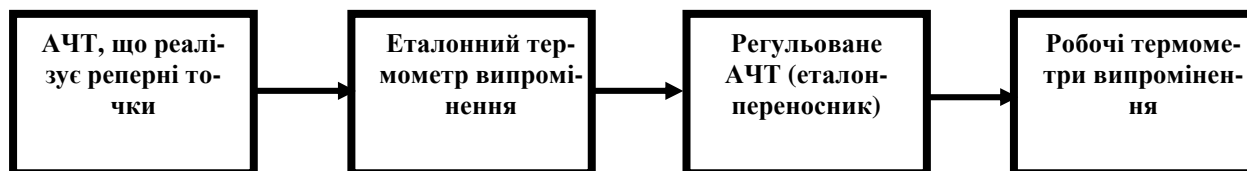
*Гоц Н. Є., к.т.н., доц.*

*Національний університет «Львівська політехніка»,*

*м. Львів, вул. С. Бандери 12, E-mail [natana@lp.edu.ua](mailto:natana@lp.edu.ua)*

Для побудови температурної шкали використовується багатоточковий метод, який базується на температурних реперних точках та інтерполяційному рівнянні, що дозволяє відтворити множини температур температурної шкали у відповідному температурному та спектральному діапазонах. Згідно з цим методом, термометром випромінення візують еталонні АЧТ при декількох (від трьох до п'яти) реперних точках тверднення металів. Отримані вихідні сигнали опрацьовують за відповідним інтерполяційним рівнянням.

Для реалізації багато точкового методу запропоновано схему методу передачі температурної шкали термометрам випромінення з використанням регульованого абсолютно чорного тіла (РАЧТ), як еталона-переносника та еталонного термометра випромінення. Еталонний термометр випромінення має калібруватися по абсолютно чорному тілу без звернення з імерсійним контактним термометром.



Загальна схема методу передачі ТШ термометрам випромінення на основі закону Планка з використанням регульованого АЧТ, як еталона-переносника

Для порівняння точності передачі температурної шкали термометрам випромінення проведено порівняльний аналіз складових невизначеності методу передачі температурної шкали інфрачервоним термометрам випромінення з використанням платиного термометра опору та методу передачі шкали на основі закону Планка з використанням регульованого АЧТ, як еталона-переносника.

З даних таблиці видно, що при передачі температурної шкали термометрам випромінення з використанням високоточних платинових термометрів опору, дуже значний вплив має неізотермічність порожнини АЧТ, яка може становити декілька градусів. Причиною цього є розподіл температури вздовж порожнини АЧТ внаслідок змін коефіцієнта випромінення, руху повітря, внутрішніх відбивань випромінення, виходу випромінення з отвору порожнини та ін. Це і є основною причиною значної невизначеності при передачі температур-

ної шкали термометрам випромінення з використанням контактних термометрів опору.

Використання РАЧТ, атестованого безпосередньо за реперними точками, дозволяє позбавитись від впливу неізотермічності порожнини АЧТ, що позбутися цієї складової невизначеності, а отже до двох разів підвищити точність передачі температурної шкали термометрам випромінення. За даними таблиці сумарна невизначеність Методу 1 досягає до 1К. Сумарна невизначеність методу передачі шкали на основі законів випромінення становить до 0,5К (метод 2).

Таким чином, побудова температурної шкали на основі законів та засобів термометрії випромінення може відбуватися симетрично побудові шкали на основі платиного термометра опору. Звичайно, при цьому на сьогодні первинною залишається шкала, заснована на термометричних властивостях платини.

Використання методу передачі температурної шкали робочим термометрам випромінення на основі закону Планка виключає вплив додаткових засобів вимірювання на точність відтворення температурної шкали, оскільки виключає вплив параметрів контактного термометра, температурної лампи, спектрокомпаратора на результати вимірювання. Головною перевагою даного методу є те, що він не вимагає інформації про значення спектральної чутливості термометра випромінення, дозволяє уникнути необхідності постійного визначення спектральної чутливості термометра випромінення та реалізувати шкалу у довільних спектральних та температурних діапазонах .

### Порівняльний аналіз складових невизначеності методів передачі температурної шкали термометрам випромінення

Джерело невизначеності	Складові невизначеності методу передачі ТШ на основі платиного термометра опору (метод 1)	Значення, К	Складові невизначеності методу передачі ТШ на основі еталонного ТМВ та РАЧТ(метод 2)	Значення, К
<b>Реперна точка</b>	Наявність домішок металу в ампулі	0,1	Наявність домішок металу в ампулі	0,1
	Відхилення тиску газу в ампулі від стандартного		Відхилення тиску газу в ампулі від стандартного	
	Гідростатичний тиск розплаву металу		Гідростатичний тиск розплаву металу	
	Теплообмін за рахунок внутрішнього відбивання від стінок кварцового корпусу		Теплообмін за рахунок внутрішнього відбивання від стінок кварцового корпусу	
	Ідентифікація плато		Ідентифікація плато	
	Нерівномірність нагрівання ампули внаслідок нерівномірності температури в		Нерівномірність нагрівання ампули внаслідок нерівномірності темпера-	

Джерело невизначеності	Складові невизначеності методу передачі ТШ на основі платинового термометра опору (метод 1)	Значення, К	Складові невизначеності методу передачі ТШ на основі еталонного ТМВ та РАЧТ(метод 2)	Значення, К
	печі		тури в печі	
	Зміна швидкості фазового переходу		Зміна швидкості фазового переходу	
	Відвід тепла по стержню термометра		Відвід тепла по стержню термометра	
	Нагрів термометра струмом		Нагрів термометра струмом	
Платиновий термометр опору №1	Варіації властивостей різних термометрів опору	0,01	—	—
	Ефект окислення платини			
	Зміна концентрації вакансій кристалічної ґратки			
	Напруження та деформації чутливого елемента			
	Довготривалий дрейф опору			
Платиновий термометр опору №2	Варіації властивостей різних термометрів опору	0,01	—	—
	Ефект окислення платини			
	Зміна концентрації вакансій кристалічної ґратки			
	Напруження та деформації чутливого елемента			
	Довготривалий дрейф опору			
Випромінювач типу АЧТ	Параметри отвору АЧТ	До 2	Параметри отвору	До 0,2
	Коефіцієнт випромінювання Неізотермічність порожнини АЧТ		—	—
	Внутрішнє відбивання випромінювання			
	Конвекція			
	Однорідність внутрішньої поверхні			
Еталонний термометр випромінювання	—	—	Стабільність показів	0,1-0,3
			Похибка вимірювання	
			Нелінійність ФП	
			Оточуюча температура	
			Спектральна чутливість	
			Стабільність	
			Нестабільність робочого спектрального діапазону	
Шуми				