

УДК 526.521.3

Л. Ф. Жуков,
 докт. техн. наук,
А. Л. Корниенко, асп.
 Фізико технологічний
 інститут металів і
 сплавів НАН України
 03680, Київ – 142,
 бул. Вернадського, 34/1
 E-mail: zhukov@i.com.ua,
thermogaug@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИРОМЕТРИИ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ МНОГОЦВЕТОВОЙ СИММЕТРИЧНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

Введение

Симметрично-волновая пирометрия излучения (СВПИ) является одним из разрабатываемых ФТИМС НАН Украины направлений многоцветовой термометрии.[1,2] Во многих случаях практического применения СВПИ имеет явные преимущества по сравнению с известными решениями[3]. Эти преимущества определяются прежде всего минимально возможным количеством рабочих длин волн и простыми алгоритмами обработки первичной пирометрической информации, обеспечивающими более высокие метрологические характеристики [4-7]. Наиболее простой здесь является линейная СВПИ. В случае термометрируемых объектов с линейными распределениями излучательной способности, в том числе со спадающими, возрастающими, серыми и термодинамически равновесными, методические погрешности линейной СВПИ определяются исключительно дискретностью перебора значений температуры контролируемых объектов. Современная микропроцессорная и компьютерная техника позволяет выбрать дискретность в долях кельвина и тем самым приблизить эти погрешности к нулю. Интересным является исследование пределов отклонений спектральных распределений излучательной способности объектов от линейных, при которых погрешности линейной СВПИ принимают вполне допустимые для технических измерений температуры и технологического контроля значения.

Изложение основного материала

Оптические характеристики СВПИ можно разделить на 2 группы, относящиеся к объектам и системам пирометрии излучения. Характеристики системы определяются

спектральным диапазоном $\lambda_3 - \lambda_1$, задающим $\Delta\lambda = (\lambda_3 - \lambda_1) / 2$, мкм и длиной средней волны λ_2 , мкм. Термометрируемые объекты имеют более сложную классификацию характеристик, представленную в табл.1.

Таблица 1

Оптические характеристики термометрируемых объектов					
Объекты	качественные			количественные	
	спектральные распределения $\varepsilon=f(\lambda)$	математические описания распределений	обозначения распределений	Кн	Кк, м ⁻¹
	монотонные линейные				
абсолютно черные	1. Термодинамически равновесные	$\varepsilon_{\lambda 1}=\varepsilon_{\lambda 2}=\varepsilon_{\lambda 3}=1$	ТР	0	0
серые	2. Серые	$\varepsilon_{\lambda 1}=\varepsilon_{\lambda 2}=\varepsilon_{\lambda 3}=\text{const}<1$	СР	0	0
окрашенные	3. Спадающие линейные	$1 \geq \varepsilon_{\lambda 1} > \varepsilon_{\lambda 2} > \varepsilon_{\lambda 3}$	СЛ	0	>0
	4. Возрастающие линейные	$\varepsilon_{\lambda 1} < \varepsilon_{\lambda 2} < \varepsilon_{\lambda 3} \leq 1$	ВЛ	0	0>
	монотонные нелинейные				
	1. Спадающие выпуклые	$1 \geq \varepsilon_{\lambda 1} > \varepsilon_{\lambda 2} > \varepsilon_{\lambda 3}$	СВП	0>	>0
	2. Спадающие вогнутые	$1 \geq \varepsilon_{\lambda 1} > \varepsilon_{\lambda 2} > \varepsilon_{\lambda 3}$	СВГ	0>	>0
	3. Возрастающие выпуклые	$\varepsilon_{\lambda 1} < \varepsilon_{\lambda 2} < \varepsilon_{\lambda 3} \leq 1$	ВВП	>0	0>
	4. Возрастающие вогнутые	$\varepsilon_{\lambda 1} < \varepsilon_{\lambda 2} < \varepsilon_{\lambda 3} \leq 1$	ВВГ	>0	>0

На рис.1 приведены графики классифицированных в табл.1 спектральных распределений излучательной способности $\varepsilon=f(\lambda)$.

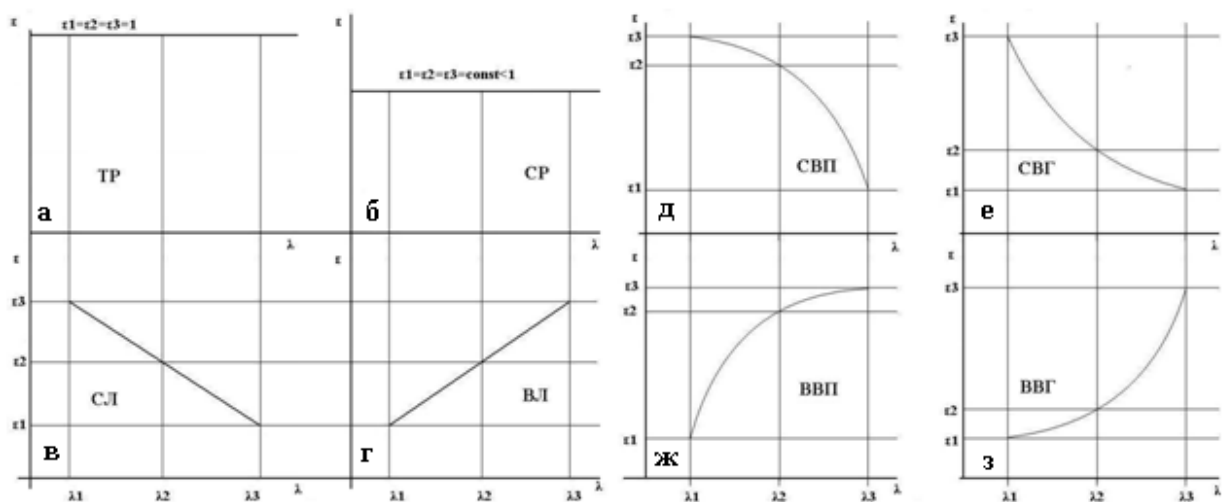


Рис. 1 – Графики спектральных распределений излучательной способности

В соответствии с приведенной классификацией спектральные распределения излучательной способности описываются качественно и количественно. Качественные характеристики вполне очевидны, представлены в табл.1 и на рис.1 и не требуют

дополнительного обсуждения. Распределения количественно определяются коэффициентом нелинейности K_n , коэффициентом крутизны K_k и не приведенным в таблице диапазоном излучательной способности $\Delta\epsilon$. Безразмерный K_n рассчитывается по следующему выражению (рис. 1д)

$$K_n = \epsilon_1 - \epsilon_{2л} \quad (1)$$

где ϵ_2 – излучательная способность объекта на длине волны λ_2 ;

$\epsilon_{2л}$ – излучательная способность объекта на длине волны λ_2 для линейно аппроксимированного распределения $\epsilon_{л} = f(\lambda)$.

K_k определяется выражением

$$K_k = \frac{\epsilon_3 - \epsilon_1}{\lambda_3 - \lambda_1}, \text{ м}^{-1} \quad (2)$$

где ϵ_3 и ϵ_1 – значения излучательной способности объекта соответственно на длинах волн λ_3 и λ_1 .

$\Delta\epsilon$ – определяется значениями излучательной способности на граничных длинах волн, т.е. на λ_1 и λ_3 .

В настоящей статье представлены результаты исследований влияния $\Delta\lambda$ на погрешности СВПИ при граничных значениях остальных оптических характеристиках пирометрии излучения. На рис. 2 показаны зависимости погрешностей СВПИ от $\Delta\lambda$ при $\lambda_2 = 0,8$ мкм, K_n от - 0,005343 до 0,005343, K_k от -184541 до 184541 м^{-1} , $\Delta\epsilon = 0,3588 - 0,4661$ для указанных в табл. 1 спектральных распределений излучательной способности.

В качестве СВП-распределения выбрано наиболее изученное в оптике металлов и термометрии и детально представленное в литературе экспериментальное распределение излучательной способности вольфрама СВПw [4]. Для СВГ-, ВВП- и ВВГ – распределений использовали соответствующие зеркальные отображения СВПw-распределения, т.е. СВГzw-, ВВПzw- и ВВГzw-распределения. Авторами установлено, что значительные колебания экспериментальных спектральных распределений излучательной способности вольфрама не подтверждаются изменениями его электромагнитных характеристик по спектру и температуре. Обосновать эти колебания можно прежде всего погрешностями трудно реализуемых экспериментальных исследований оптических свойств этого металла. Поэтому, экспериментальные распределения были аппроксимированы полиномом шестой степени

$$\epsilon_a = -0,0906\lambda_n^6 + 0,6024\lambda_n^5 - 1,6045\lambda_n^4 + 2,2555\lambda_n^3 - 1,8327\lambda_n^2 + 0,6475\lambda_n + 0,4015.$$

Зависимости для аппроксимированных распределений излучательной способности также приведены на рис. 2 и обозначены соответственно СВПаw, СВГаzw, ВВПаzw и ВВГаzw.

Анализ полученных результатов показывает, что зависимости для аппроксимированных распределений имеют монотонный спадающий характер и в диапазоне $\Delta\lambda$ от 0,1 до 0,3 мкм проходят значительно ниже экстремальных зависимостей для экспериментальных характеристик металла. Причем, погрешности СВПИ для СВГ- и СВП-распределений практически одинаковы, минимальны и не превышают 0,5%, а для ВВП-и ВВГ-распределений- достигают соответственно 1,0 и 1,3%. Для $\Delta\lambda < 0,1$ мкм погрешности для экспериментальных распределений значительно меньше погрешностей аппроксимированных распределений. Объясняется это более линейным распределением экспериментальных ϵ_1 , ϵ_2 и ϵ_3 . При $\Delta\lambda > 0,3$ мкм погрешности для экспериментальных и аппроксимированных распределений совпадают или могут находиться выше или ниже относительно друг друга. Такие отличия погрешностей объясняются отклонениями экспериментальных распределений излучательной способности вольфрама от аппроксимированных. Поэтому для последующего анализа и количественных оценок мы будем в основном использовать результаты, полученные для аппроксимированных распределений. Общей для всех распределений является тенденция уменьшения погрешностей с увеличением $\Delta\lambda$. Это объясняется тем, что с увеличением $\Delta\lambda$ спектральные распределения излучательной способности для длин волн λ_1 , λ_2 , λ_3 приближаются к линейным.

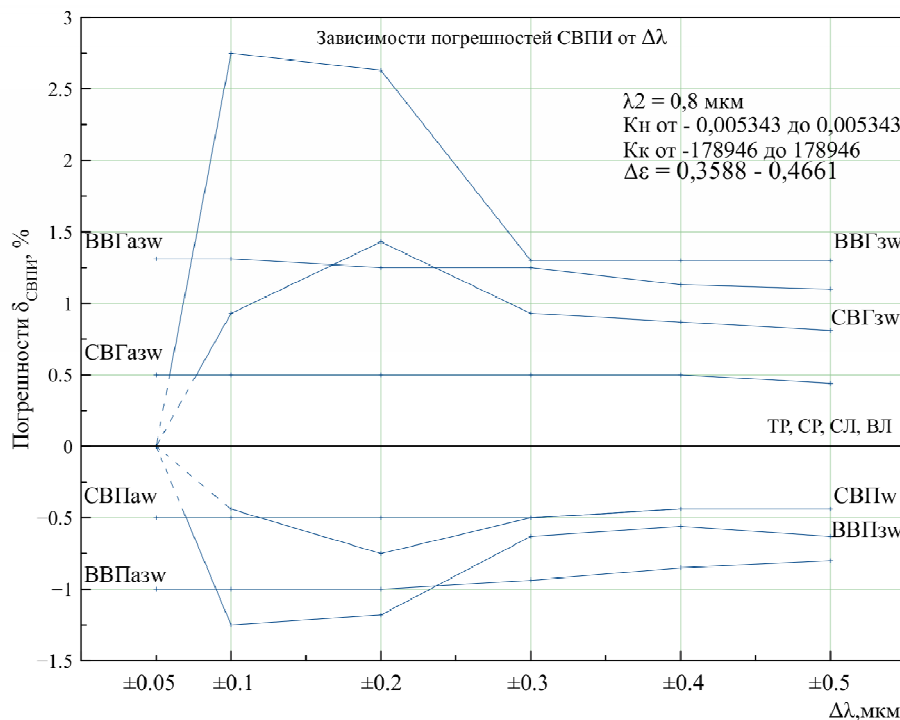


Рис. 2 – Зависимости погрешностей линейной СВПИ от $\Delta\lambda$

Обусловленные отклонениями спектральных распределений излучательной способности термометрируемых объектов от линейных методические погрешности СВПИ носят систематический характер и имеют различные знаки ($\delta_{ВВГ} > 0$, $\delta_{СВГ} > 0$, $\delta_{ВВП} < 0$, $\delta_{СВП} < 0$).

Для сглаженных распределений ϵ зависимости $\delta_{СВПИ} = f(\Delta\lambda)$, в исследованном интервале $\Delta\lambda$, имеют слабо выраженный монотонный характер.

Примечательной является закономерная связь погрешностей с характером распределений излучательной способности. Максимальные погрешности получены для ВВГ-распределения и уменьшаются соответственно для СВГ-, ВВП- и СВП-распределений. Установленная закономерность определяется количеством рабочих длин волн СВПИ, в областях высоких и низких значений излучательной способности. Погрешности измерений используемых в СВПИ S_1 , S_2 и S_3 снижаются с повышением излучательной способности и наоборот. Чем больше длин волн используется в области низких значений ε тем выше погрешности СВПИ. Для ВВГ- и СВГ-распределений соответственно λ_1 , λ_2 и λ_3 находятся в области низких значений ε . В случае ВВП- и СВП-распределений в области низких значений ε находятся соответственно λ_1 , и λ_3 . Безусловно погрешности измерений S_1 , S_2 и S_3 определяются также длинами волн λ_1 , λ_2 и λ_3 в соответствии с пирометрическими уравнениями, полученными из закона Вина

$$\begin{cases} \frac{1}{T} - \frac{1}{S_1} = \frac{\lambda_1}{c_2} \ln \varepsilon_1 \\ \frac{1}{T} - \frac{1}{S_2} = \frac{\lambda_2}{c_2} \ln \varepsilon_2 \\ \frac{1}{T} - \frac{1}{S_3} = \frac{\lambda_3}{c_2} \ln \varepsilon_3 \end{cases} \quad (3)$$

где T – температура термометрируемого объекта, К;

S_1 , S_2 и S_3 – температуры излучения термометрируемого объекта на длинах волн соответственно λ_1 , λ_2 и λ_3 , К;

λ_1 , λ_2 и λ_3 – эффективные длины рабочих волн многоцветовой пирометрической системы, м;

$c_2 = hc/k = 0,014388$, К•м – вторая постоянная Планка, в которой

$h = 6,62619 \cdot 10^{-34}$ Дж•с – постоянная Планка;

$c = 299792458$ м/с – скорость света в вакууме;

$k = 1,380662(44) \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана;

ε_1 , ε_2 и ε_3 – излучательная способность термометрируемого объекта соответственно на рабочих длинах волн λ_1 , λ_2 и λ_3 .

Поэтому, $\delta_{ВВГ} > \delta_{СВГ}$, т.к. $\lambda_3 > \lambda_1$. Однако доминирующим в СВПИ для изученных наиболее типичных распределений ε является излучательная способность, но при определенном влиянии длины волны $\delta_{ВВП} > \delta_{СВП}$.

СВПИ идеально работает в случае линейных спектральных распределений излучательной способности ТР, СР, СЛ и ВЛ, для которых погрешности равны нулю.

При $\Delta\lambda = 0,05$ мкм погрешности СВПИ устремляются к нулю для экспериментального и зеркальных распределений излучательной способности СВПw, СВГzw, ВВПzw и ВВГzw за счет их приближения к линейным.

Для разработки методов и средств СВПИ и практического их использования необходимо изучить влияние $\Delta\lambda$ в реальных диапазонах изменения остальных оптических характеристик пирометрии излучения (λ_2 , K_n , K_k и $\Delta\varepsilon$). Влияние этих характеристик на погрешности СВПИ исследовано для СВПаw- распределения излучательной способности и представлено на рис. 3 и в табл. 2, 3. В диапазоне изменений λ_2 от 0,6 до 1,1 мкм минимальные и максимальные погрешности СВПИ

имеют место соответственно при $\lambda_2 = 1,1$ мкм и $\lambda_2 = 0,8$ мкм (рис. 3). Объясняется это тем, что при $\lambda_2 = 1,1$ мкм и $\lambda_2 = 0,8$ мкм для исследованных значений $\Delta\lambda$ СВПИ осуществляется соответственно на наиболее линейном и нелинейном участках зависимости $\varepsilon_{\text{СВП}aw} = f(\lambda)$. Это подтверждается также проведенным выше анализом влияния $\Delta\lambda$ на погрешност СВПИ. При $\lambda_2 = 1,1$ мкм и $\Delta\lambda = 0,3$ методическая погрешность СВПИ исключается, так как ε_1 , ε_2 и ε_3 лежат на одной линии. Для значений λ_2 0,6; 0,9 и 1,0 мкм погрешности находятся между указанными минимальным при $\lambda_2 = 1,1$ мкм и максимальным при $\lambda_2 = 0,8$ мкм уровнями.

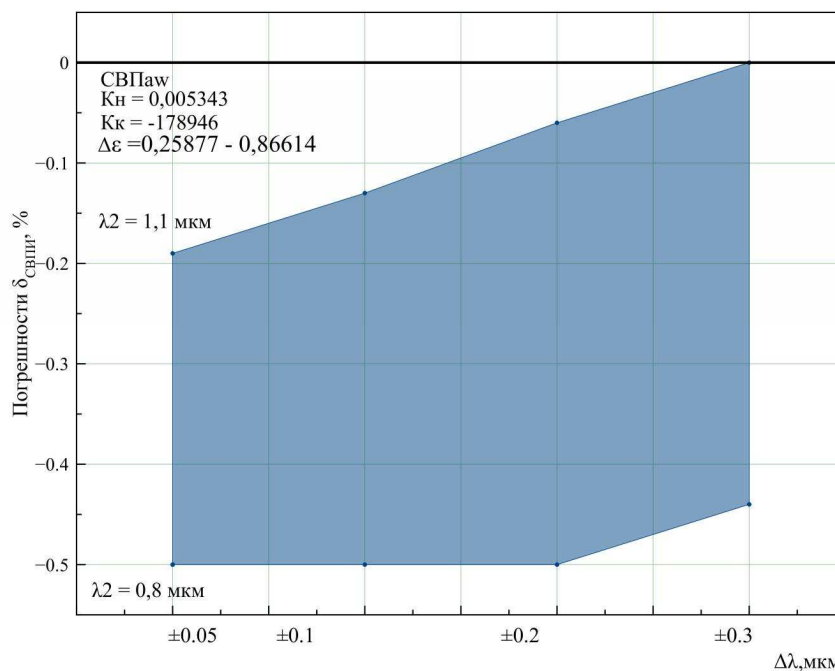


Рис. 3 – Зависимости погрешностей СВПИ от $\Delta\lambda$ для граничных λ_2

В табл. 2 представлены погрешности СВПИ для различных K_n при остальных фиксированных оптических характеристиках (λ_2 , $\Delta\lambda$, K_k и $\Delta\varepsilon$). Для получения различных K_n изменялось значение ε_2 . Поэтому в 1-4 распределениях излучательной способности ε_2 соответственно равно $\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$, $\varepsilon_{2\text{СВП}aw-0,1}$, $\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$ и $\varepsilon_{2\text{СВП}aw+0,1}$, где

$\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$ – ε_2 линейно-аппроксимированного распределения СВПаw;

$\varepsilon_{2\text{СВП}aw-0,1}$ – уменьшенное на 0,1 значение $\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$ ($\varepsilon_{2\text{СВП}aw} < \varepsilon_{2\text{СВП}aw-0,1} < \varepsilon_{2\text{СВП}aw}$);

$\varepsilon_{2\text{СВП}aw+0,1}$ – увеличенное на 0,1 значение $\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$ ($\varepsilon_{2\text{СВП}aw} < \varepsilon_{2\text{СВП}aw+0,1} < \varepsilon_1$).

Таблица 2

Погрешности линейной СВПИ для различных, в пределах от 0 до –0,010643, K_n при $\Delta\lambda = 0,3$ мкм; $\lambda_2 = 0,8$ мкм; $\Delta\varepsilon = 0,3588 - 0,4661$; $K_k = -178946$, м^{-1} ; $T = 1600\text{K}$				
№п/п	ε_2	K_n	погрешности	
			$\Delta = T_{\text{СВПИ}} - T$, К	$\delta = (T_{\text{СВПИ}} - T/T) \cdot 100$, %
1	$\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$	0	0	0
2	$\varepsilon_{2\text{СВП}aw-0,1}$	0,002672	-4	-0,250
3	$\varepsilon_{2\text{СВП}aw}$	0,005343	-8	-0,500
4	$\varepsilon_{2\text{СВП}aw+0,1}$	0,010643	-15	-0,938

Из табл.2 следует, что при изменении распределения от линейного до СВПа_w, т.е. при увеличении K_n от 0 до 0,005343 погрешности СВПИ не превышают – 0,5%. Примечательно, что даже при K_n значительно превышающих K_n вольфрама и других термометрируемых объектов, в том числе многих металлов и их сплавов (распределение №4) погрешности линейной СВПИ не превышают 1%. Это говорит о широких метрологических возможностях линейной СВПИ для оптических измерений температуры объектов, спектральное распределение излучательной способности которых значительно отличаются от линейных.

В табл.3 приведены погрешности линейной СВПИ для различных, перекрывающих реальные объекты, значений K_k (от 0 до -27833) при постоянных $\Delta\lambda$, λ_2 и K_n , в диапазоне $\Delta\epsilon$ от 0,3288 до 0,4961. Для получения различных значений K_k хорда спектрального распределения поворачивалась вокруг точки $\epsilon_{2СВП\text{Па}w}$ при неизменном значении $\epsilon_{2СВП\text{Па}w}$. При таком изменении K_k исключается влияние остальных оптических характеристик, т.к. $\Delta\lambda$, λ_2 и K_n остаются постоянными.

Таблица 3

Погрешности линейной СВПИ для различных K_k , в пределах от 0 до – 278833 м^{-1} , при $\Delta\lambda=0,3$ мкм; $\lambda_2 = 0,8$, мкм; $K_n = 0,005343$; $\Delta\epsilon = 0,3288 - 0,4961$; $T=1600\text{К}$				
№п/п	$K_k, \text{м}^{-1}$	распределения ϵ	погрешности	
			$\Delta=T_{\text{СВПИ}}-T, \text{К}$	$\delta=(T_{\text{СВПИ}}-T/T) \cdot 100, \%$
1	0	$\epsilon_1=\epsilon_3<\epsilon_2$	-10	-0,625
2	-17833,3	$\epsilon_1=\epsilon_2>\epsilon_3$	-10	-0,625
3	-78833,3	$\epsilon_1=\epsilon_{1\text{СВП}\text{Па}w-0,03}>\epsilon_2>\epsilon_3$	-9	-0,563
4	-178946	$\epsilon_1=\epsilon_{1\text{СВП}\text{Па}w}>\epsilon_2>\epsilon_3$	-8	-0,500
5	-278833	$\epsilon_1=\epsilon_{1\text{СВП}\text{Па}w+0,03}>\epsilon_2>\epsilon_3$	-8	-0,500

Анализ табл. 3 показывает, что при изменении K_k в широком, перекрывающем реальные объекты, диапазоне погрешности СВПИ изменяются незначительно. Для обычных монотонных СВП-распределений 3-5 Δ составляет 8-9 К. Максимальное значение Δ равно 10 К и имеет место для более редких переходных распределений излучательной способности 2. Интересно, что с переходом к экстремальным распределениям 1 ($K_k = 0$) погрешности СВПИ снова уменьшаются до 9 К. Такие изменения Δ в пределах реальных значений K_k объясняются тем, что с увеличением K_k , даже при постоянном K_n , СВП-распределение будет ближе к СЛ распределению.

Известно, что при повышении излучательной способности методические погрешности классической энергетической и спектрального отношения двухцветовой, а также многоцветовой пирометрии излучения снижаются. Многоцветовая СВПИ не является исключением и ее методические погрешности также должны уменьшаться при повышении ϵ . В принципе эти зависимости погрешностей от ϵ могут быть использованы для первичной оценки правильности разрабатываемых новых направлений и методов оптической термометрии. Особый интерес для изучения метрологических характеристик СВПИ представляют количественные оценки этого влияния $\Delta\epsilon$. В табл. 4 приведены пределы изменений $\delta_{\text{СВП}\text{Па}w}$ при уменьшении $\Delta\epsilon$ от 0,7588 - 0,8661 до 0,2588 - 0,3661 в спектральном диапазоне от 0,5 до 1,1 мкм. Изменения $\Delta\epsilon$ были получены путем смещения аппроксимированного спектрального

распределения излучательной способности вольфрама $\epsilon_{\text{СВП}aw} = f(\lambda)$ соответственно вверх по оси ϵ на 0,4 и вниз на 0,1. При таких изменениях излучательной способности K_n и K_k спектральных распределений остаются без изменений и соответственно исключается их комплексное влияние на погрешности. С указанным уменьшением излучательной способности, при остальных постоянных условиях, $\delta_{\text{СВП}aw}$ повышается от 0,3 до 0,6%.

Таблица 4

Погрешности линейной СВПИ для различных, в пределах от 0,2588 до 0,8661, $\Delta\epsilon$ при $\Delta\lambda=0,3$ мкм; $\lambda_2 = 0,8$, мкм; $K_n = 0,005343$; $K_k = -178946$, m^{-1} ; $T=1600K$				
№п/п	$\Delta\epsilon$	распределения ϵ $\epsilon = f(\lambda)$	погрешности	
			$\Delta=T_{\text{СВПИ}}-T$, К	$\delta=(T_{\text{СВПИ}}-T/T) \times 100$, %
1	0,7588 - 0,8661	$\epsilon_{\text{СВП}aw+0,4}$	-5	-0,313
2	0,3588 - 0,4661	$\epsilon_{\text{СВП}aw}$	-8	-0,500
3	0,2588 - 0,3661	$\epsilon_{\text{СВП}aw-0,1}$	-10	-0,625

В этих условиях методические погрешности классической энергетической одноцветовой и спектрального отношения двухцветовой пирометрии излучения вольфрама соответственно достигают 4 – 11 и 2,6 – 3,0 %. Погрешности измерений температуры вольфрама 1200 К известной «полихроматической (трехцветовой) пирометрии с использованием монохроматических спектральных каналов» достигают 16,8 К, т.е. 1,4% и 22,8 К, т.е. 1,9% в спектральных диапазонах 0,5 – 0,8 и 0,5 – 1,4 мкм, соответственно [8, 9].

Выводы

Таким образом, исследовано влияние оптических характеристик пирометрии излучения и объектов термометрии на погрешности линейной многоцветовой симметрично-волновой термометрии. Исследования выполнены в широких диапазонах характеристик наиболее перспективных кремниевых детекторов излучения и объектов термометрии. В качестве базового термометрического объекта использован вольфрам с наиболее детально изученными излучательными характеристиками. В результате исследований установлено, что при значительных, перекрывающих характеристики реальных термометрируемых объектов, отклонениях спектральных распределений излучательной способности от линейных, линейная симметрично-волновая пирометрия излучения обеспечивает вполне приемлемые результаты. Например, погрешности симметрично-волновой пирометрии излучения подавляющего большинства металлов и их сплавов, в том числе вольфрама, не превышают 0,5% и могут быть дополнительно снижены оптимизацией оптических характеристик пирометрической системы, в том числе оптимизацией спектрального диапазона и длины средней волны. Для большинства реальных распределений излучательной способности погрешности симметрично-волновой пирометрии в 9,1 – 25,0 и 5,9 – 6,8, а также 2,4 - 3,3 раза ниже погрешностей соответственно классической энергетической одноцветовой и спектрального отношения двухцветовой, а также известной полихроматической пирометрии излучения.

Література

1. Жуков Л. Ф. Исследование и разработка методов многоцветовой оптической термометрии / Л. Ф. Жуков, А. В. Богдан // Инженерно-физический журнал. – 2002. – №5. – С. 510-515.
2. Жуков Л. Ф. Идентификация объектов оптической термометрии по их тепловому излучению / Л. Ф. Жуков, А. В. Богдан // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2009. – №70. – С. 96-103.
3. Свет Д. Я. Оптические методы измерения истинных температур / Д. Я. Свет - М.: Наука, 1982.
4. Поскачей А. А. Пирометрия объектов с изменяющимися излучательными характеристиками / А. А. Поскачей., Л. А. Чарихов – М.: Металлургия, 1978. – 200 с.
5. Снопко В. Н. Спектральные методы оптической пирометрии нагретой поверхности / В. Н. Снопко – Минск: Наука и техника, 1988. – 152 с.
6. Жагулло О. М. Метод пирометрии двойного спектрального отношения / О. М. Жагулло // Теплофизика высоких температур. – 1972, – №3, – С. 622-628.
7. Жагулло О. М. О возможности метода пирометрии двойного спектрального отношения / О. М. Жагулло // Тр. метрологических ин-тов. СССР. – 1975, - №181 (242). – С. 91-97.
8. Гедя Я. М. Методы пирометрии по спектральному распределению интенсивности излучения нагретого тела / Я. М. Гедя, В. Н. Снопко – Минск.: Ин-т. физики АН БССР, 1981. – 56 с.
9. Гедя Я. М. Измерение температуры по распределению интенсивности в спектре излучения нагретого тела / Я. М. Гедя, В. Н. Снопко // Теплофизика высоких температур. –1981. –№2. – С. 381-385.
10. Излучательные свойства твердых материалов: Справочник / Под общ. ред. А. Е. Шейндлина. М.: Энергия, 1974. – 474с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІРОМЕТРІЇ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ПОХИБКИ ЛІНІЙНОЇ БАГАТОКОЛЬОРОВОЇ СИМЕТРИЧНО-ХВИЛЬНОЇ ТЕРМОМЕТРІЇ

Л. Ф. Жуков, А. Л. Корнієнко

Досліджено вплив оптичних характеристик багатокольорової пірометрії випромінювання і об'єктів що вимірюються методичні похибки лінійної симетрично-хвильової пірометрії випромінювання. Встановлено, що навіть при суттєвих, перевищуючих реальні, відхиленнях, спектральних розподілів випромінювальної здатності від лінійних, похибки симетрично-хвильової термометрії не перевищують 0,5% і можуть бути додатково знижені оптимальним поєднанням оптичних характеристик пірометрії випромінювання. В досліджених умовах похибки відомих методів оптичної термометрії у 2,4 – 25,0 разів перевищують похибки симетрично-хвильової пірометрії випромінювання.

RESEARCH OF INFLUENCE OPTICAL CHARACTERISTICS RADIATION PYROMETRY ON ERRORS OF MULTICOLOR LINEAR SYMMETRIC-WAVE THERMOMETRY

L. Zhukov, A. Korniyenko

The authors investigated influence of the optical characteristics of multicolor radiation pyrometry and thermometred objects on methodological errors of linear symmetrical-wave radiation pyrometry. They have determinate that even if significant deviations of the spectral distributions of emissivity from linear, the errors of the symmetrical-wave thermometry does not exceed 0,5% and can be further reduced by an optimum combination of the optical characteristics of radiation pyrometry. In the studied conditions of known errors of optical thermometry in 2,4 - 25,0 times higher than the error symmetrically-wave radiation pyrometry.