

трехволновой СВПИ на $\square_1 = 0,5$; $\square_2 = 0,8$ и $\square_3 = 1,1$ мкм уменьшаются от 0,6 до 0,3% при 0,5% для СВП-распределения. Для аналогичных значений излучательной способности от 0,26 до 0,87, ее распределения и спектрального диапазона погрешности методов классической энергетической одноцветовой и спектрального отношения двухцветовой пирометрии излучения находятся соответственно в пределах 4 – 11 и 1,3 – 3,4 %. Погрешности известных методов многоцветовой пирометрии излучения в случае СВПw-распределения составляют 1,4 – 1,9%. Доказана перспективность линейной симметрично-волновой пирометрии излучения для термоконтроля металлов и их сплавов, а также в большинстве случаев для оксидов, карбидов, боридов, нитридов, силицидов и других материалов имеющих спадающие выпуклые распределения излучательной способности.

УДК 536.521.3

Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИММЕТРИЧНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРМОМЕТРИИ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

Известно, что погрешности измерений температуры классическими энергетическими и спектрального отношения методами пирометрии излучения в основном определяются методическими составляющими. По уровню инструментальных метрологических характеристик современная классическая оптическая термометрия не уступает, например, термоэлектрическим измерениям температуры, а во многих случаях даже значительно превосходит их и поэтому используется для эталонных измерений и построения температурных шкал. Переход от классической к многоцветовой пирометрии излучения позволяет существенно уменьшить методические погрешности и в этом основной смысл такого перехода. Однако, обычно снижение методических погрешностей многоцветовой пирометрии излучения достигается при явном ухудшении ее инструментальных составляющих. Это, как правило, предъявляет высокие требования к метрологическим характеристикам получения первичной пирометрической

информации, в том числе к точности измерений исходных одноцветовых температур излучения. В некоторых известных многоцветовых методах погрешности таких измерений должны быть на порядок ниже допускаемых погрешностей термоконтроля. Инструментальная составляющая погрешностей многоцветовой пирометрии излучения определяется количеством рабочих волн. Чем меньше это количество, тем ниже инструментальные погрешности. Каждый метод многоцветовой пирометрии излучения имеют свою связь его метрологических характеристик с количеством рабочих волн и погрешностями измерений одноцветовых температур на них. Чем слабее эта связь, тем совершеннее метод. Именно с учетом этого в многоцветовой симметрично-волновой пирометрии излучения (СВПИ) наиболее рационально использовать три минимально возможные рабочие волны λ_1 , λ_2 и λ_3 . Однако вопрос влияния погрешностей измерений исходных трех одноцветовых температур на метрологические характеристики многоцветовой СВПИ остается и для практического ее использования должен быть изучен.

Одноцветовые температуры излучения S_1 , S_2 и S_3 являются первичной пирометрической информацией для СВПИ. Погрешность измерений этих температур ($\delta_{\text{ИЗМ}}$) определяется выражением

$$\delta_{\text{ИЗМ}} = \delta_{\text{ИНС}} + \delta_{\text{МЕТ}},$$

где $\delta_{\text{ИНС}}$ – инструментальная составляющая $\delta_{\text{ИЗМ}}$;

$\delta_{\text{МЕТ}}$ – методическая составляющая $\delta_{\text{ИЗМ}}$.

В нашем случае $\delta_{\text{МЕТ}} = 0$ и $\delta_{\text{ИЗМ}} = \delta_{\text{ИНС}}$. Следовательно здесь целесообразно говорить только об инструментальных погрешностях измерений этих исходных температур, которые в свою очередь определяют инструментальные погрешности СВПИ. Как было отмечено, инструментальные метрологические характеристики современной энергетической одноцветовой пирометрии сопоставимы или даже превышают характеристики термоэлектрической термометрии. Поэтому для исследований инструментальных погрешностей многоцветовой СВПИ были использованы значения относительных погрешностей для температур излучения 0,2; 0,5 и 1,0%. Указанные погрешности со значительным запасом перекрывают реальные погрешности измерений S_1 , S_2 и S_3 .

В результате выполненных исследований установлены закономерности качественного и количественного влияния погрешностей измерений исходных одноцветовых температур излучения на инструментальные погрешности симметрично-волновой термометрии металлических сплавов. Установлено, что для

наиболее характерных спадающих выпуклых распределений излучательной способности металлов и их сплавов в видимой и ближней инфракрасной областях спектра инструментальные погрешности симметрично-волновой термометрии в реальных условиях не превышают погрешности исходных измерений температур излучения. С увеличением погрешностей измерений исходных одноцветовых температур излучения инструментальные погрешности симметрично-волновой термометрии повышаются. Причем, минимальные инструментальные погрешности имеют место в случае наиболее характерных для условий металлургии, равных погрешностях измерений исходных одноцветовых температур излучения металлических сплавов. Кроме того, за счет компенсации методическими составляющими инструментальных погрешностей симметрично-волновой термометрии ее погрешности измерений существенно снижаются. Это определяет явные преимущества симметрично-волновой пирометрии излучения перед остальными известными методами многоцветовой термометрии. При использовании симметрично-волновой термометрии для бесконтактного и световодного термоконтроля металлов и их сплавов необходимо исключать селективное поглощение регистрируемого на рабочих длинах волн теплового электромагнитного излучения соответственно сопутствующими и специальными промежуточными средами.

УДК 536.521.3

Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

МНОГОЦВЕТОВАЯ СИММЕТРИЧНО-ВОЛНОВАЯ ТЕРМОМЕТРИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Термоконтроль доминирует и составляет около 30% в метрологическом обеспечении металлургии. При этом использование оптической термометрии во многих случаях является безальтернативным, в том числе для измерений температуры движущегося металла, малогабаритных объектов и непрерывного контроля высокотемпературных процессов. Тем не менее, широкое распространение оптических измерений ограничивается известными проблемами из-