

Из полученных номограмм видно, что при использовании подогретого дутья наблюдается повышение температуры чугуна и незначительное увеличение производительности вагранки; при использовании обогащенного кислородом дутья, наоборот, имеет место незначительное повышение температуры чугуна и существенное увеличение производительности вагранки. Полученные результаты удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

### **Список литературы**

1. *Конончук С.В.* Дослідження реакції горіння вуглецю коксу у вагранці / С.В. Конончук, Т.Г. Сабірзянов // Збірник наукових праць КНТУ: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2005. – В. 16. – С. 86 – 91.

УДК 536.521.3

**А.Л. Корниенко, Л.Ф. Жуков**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України,  
бульв. акад. Вернадського, 34/1, 03680, Київ-142, Україна

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЦВЕТОВОЙ СИММЕТРИЧНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРМОМЕТРИИ ОБЪЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИИ И ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

В результате исследований влияния оптических характеристик многоцветовой термометрии на ее методические и инструментальные погрешности разработано во ФТИМС НАН Украины новое направление симметрично-волновой пирометрии излучения, включающее линейные и универсальные термометрические технологии. Показано, что в случае линейных распределений излучательной способности методические погрешности линейной симметрично-волновой пирометрии излучения приближаются к нулю и практически определяются дискретностью перебора значений температуры термометрируемых объектов. Для большинства реальных распределений излучательной способности, например для вольфрама, методические погрешности линейной симметрично-волновой термометрии в 9.1 – 25.0; 5.9 – 6.8 и 2.4 – 3.3 раза меньше погрешностей соответственно классической энергетической и спектрального отношения, а также полихроматической пирометрии излучения. Универсальный метод позволяет

полностью исключить доминирующую в оптической термометрии методическую составляющую погрешности измерений температуры объектов с любыми линейными и нелинейными распределениями излучательной способности. Оставшаяся инструментальная составляющая линейной и универсальной симметрично-волновой пирометрии излучения, не превышает погрешность измерений исходных одноцветовых температур излучения, т.е. 0.2 – 0.5%.

Под воздействием физико-химических процессов, в том числе окисления, восстановления и взаимодействия со шлаком, футеровкой и атмосферой излучательная способность  $\epsilon$  поверхности термометрируемых объектов, в том числе металлических сплавов, случайно изменяется в широких пределах. Как известно, неопределенность и нестабильность  $\epsilon$  является основными факторами, ограничивающими широкое использование оптических измерений температуры в производственных условиях. Ограничивающими факторами являются также неопределенность и нестабильность пропускания  $\tau$  промежуточными средами (сопутствующими и специальными, например световодными) электромагнитного теплового излучения. Обычно проблема пропускания эффективно решается использованием продуваемых фурм и спектральных диапазонов пирометрии излучения с априори известным и стабильным  $\tau$ . Поэтому проблема  $\tau$  является вторичной, менее актуальной в оптической. В подавляющем большинстве случаев оптических измерений температуры промышленных объектов в лучшем случае известны пределы изменений излучательной способности, а также тип ее спектральных распределений и, как правило, неизвестны количественные оценки  $\epsilon$ . В таких условиях классические технологии оптической термометрии могут быть использованы, без введения поправок, в случае термодинамически равновесного излучения или «черного тела» для энергетической и «черного и серого» тел для двухцветовой пирометрии излучения. Отсюда следует, что с увеличением количества рабочих длин волн или спектральных диапазонов, т.е., с переходом от классической энергетической и спектрального отношения к многоцветовой пирометрии излучения метрологические характеристики оптической термометрии значительно повышаются за счет снижения методических погрешностей. Сегодня этому переходу способствуют бурное развитие и миниатюризация, а также повышение стабильности, чувствительности и быстродействия элементной базы многоцветовой термометрии, в том числе оптоэлектронной, волоконной, микропроцессорной и компьютерной техники. Совершенная элементная база позволяет значительно снизить и практически приблизить

к термоэлектрическим инструментальные погрешности оптической термометрии. Однако методические погрешности остаются недопустимо высокими, ограничивают использование и определяют задачи и направления развития современной оптической термометрии. Сегодня термометрическая научная и техническая общественность уже не дебатировать вопрос о достаточности переносимой излучением информации для оптических измерений температуры в производственных условиях с требуемой точностью. Сейчас более важной является разработка алгоритмов простой и достоверной обработки регистрируемой первичной пирометрической информации излучения, в том числе его одноцветовых температур, при оптимальном сочетании инструментальных и методических погрешностей их контроля. Именно такую задачу при разработке методов симметрично-волновой пирометрии излучения ставили перед собой авторы.

Задавая требуемые оптические характеристики многоцветовой термометрии, в том числе равномерно и симметрично распределенные по спектру значения длин рабочих волн, при определенных распределениях излучательной способности можно получать достоверные количественные ее оценки для средней части рабочего спектрального диапазона пирометрической системы. Такой подход позволяет определять излучательную способность на средних волнах через ее значения на соседних или граничных волнах. С увеличением количества рабочих волн усложняются алгоритмы обработки первичной пирометрической информации и, как правило, погрешности возрастают. Поэтому будем иллюстрировать новые методы многоцветовой симметрично-волновой пирометрии излучения (СВПИ) на примере трех волн и различных линейных и нелинейных распределений излучательной способности термометрируемых объектов.