

Технологии многоцветовой пирометрии излучения предлагаются для сложных термометрических условий металлургии и металлургии машиностроения, в том числе для непрерывного бесконтактного термоконтроля металлических расплавов в струе или в потоке на выпуске или сливе из металлургических агрегатов, а также заготовки под кристаллизатором, проката и проволоки при непрерывной разливке, прокатке и волочении металла. При промышленном использовании новые технологии обеспечивают световодные и бесконтактные измерения температуры с погрешностями менее 1%. Например, при изменениях состояния поверхности заготовки от чистой до полностью окисленной, т.е. при случайных изменениях  $\epsilon$  в 2,5-3,5 раза в видимой и ближней инфракрасной областях спектра, основная методическая составляющая погрешности измерений не превышает 0,5%. Погрешности одноцветовой и двухцветовой классической термометрии в этих условиях, даже при введении поправок достигают 6%.

Технологии защищены авторскими свидетельствами и патентами в Украине и России, внедрены на отечественных и зарубежных предприятиях.

УДК 621.745.5.06./07:536.5

**Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко, Д. А. Петренко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

### **НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВОВ НА ВЫПУСКЕ ИЛИ СЛИВЕ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ И АГРЕГАТОВ**

Электродуговые печи и вагранки являются одними из наиболее распространенных плавильных металлургических агрегатов в металлургии и металлургии машиностроения. Вагранка представляет собой агрегат проходного типа, поэтому для контроля и управления ваграночным процессом достаточно непрерывно измерять температуру чугуна на выпуске. Значительная инерционность реагирования вагранок на изменение дутья и, тем более, коксовых завалок позволяет измерять температуру расплава в сифоне пирометром излучения с погружаемой в расплав цилиндрической моделью термодинамически равновесного излучения. Такое решение це-

лесообразно использовать для непрерывной термометрии чугуна с температурами выпуска близкими к температурам термодинамического равновесия основной металлургической реакции. Чугун в этом случае в различной, зависящей от температуры, состава и перемешивания, степени покрыт оксидными пленками, нарушающими однозначную связь между температурами металла и его излучения. Если температура выпускаемого чугуна превышает равновесную температуру, то для контроля лучше использовать многоцветную бесконтактную пирометрическую систему. В этом случае первичный пирометрический преобразователь или фокусирующее устройство, в соответствии с разработанным методом, визируются на начало потока расплава на желобе непосредственно у сифона.

Известны методы измерений температуры чугуна на выпуске из стационарного копильника вагранки, заключающийся в том, что пирометр излучения визируется на поток расплава на желобе или на струю (снизу, сбоку) у носка желоба. Однако, проведенные нами исследования показывают неоптимальность этих методов. В результате исследований яркостных температурных полей участков поверхности расплава, доступных для оптической термометрии, установлено, что наиболее стабильную излучательную способность имеет участок струи непосредственно у летки. Для уменьшения погрешности измерений температуры предложено визировать пирометр на этот участок струи с помощью специальной разработанной фурмы (Рис.1).

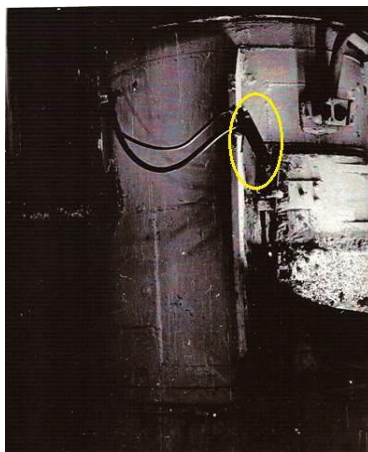


Рис.1. Непрерывный контроль температуры чугуна на выпуске из вагранок со стационарным копильником.

По температурным диаграммам можно дополнительно контролировать производительность агрегата, ритмичность работы, простои и нарушения технологии, в частности, слив шлака в ковш.

Чугун из вагранок по третьей схеме выпускается непрерывно через открытый желоб. Наиболее приемлемым в этом случае является бесконтактный метод, заключающийся в том, что пирометрический преобразователь визируется на струю непосредственно у летки.

Ранее предложены методы непрерывного измерения температуры жидкого чугуна на сливе из электродуговых печей, заключающиеся в том, что первичный пирометрический преобразователь визируется на струю расплава у носка желоба.

Печи имеют сифон для разделения чугуна и шлака, поэтому поверхность потока расплава на желобе свободна от шлака. Это позволяет в соответствии с разработанным нами методом располагать преобразователь над желобом печи и визиовать его сверху на поток расплава (Рис.2). При таком расположении преобразователь более удобен в эксплуатации, выше надежность его работы. Кроме того, установлено, что поверхность потока расплава на желобе печи имеет более стабильную излучательную способность, чем поверхность струи у носка желоба.

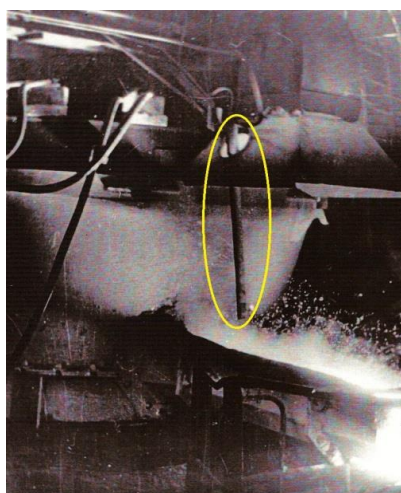


Рис.2. Непрерывный контроль температуры чугуна на сливе с электродуговых печей

Яркая температура расплава имеет достаточно тесную однозначную связь с его действительной температурой только на определенных этапах слива, на которых и следует обеспечить контроль. С этой целью бесконтактные пирометрические системы комплектуются релейной приставкой. Над желобом печи установлен вытяжной зонтик, поэтому для повышения эффективности применения сжатого воздуха фурма преобразователя имеет удлиненную насадку. Для сглаживания пульсации показаний и записи температуры применена интегрирующая приставка. Для технической реализации описанного бесконтактного метода можно использовать двухканальную систему, которая по термоэлектрическому каналу с помощью термопреоб-

разователя погружения обеспечивает периодические измерения температуры жидкого чугуна в процессе перегрева и по пирометрическому каналу контролирует этап слива металла. Электродуговые печи с основной футеровкой часто используются для перегрева ваграночного металла при производстве отливок из ковкого чугуна. В этом случае чугун часто сливается из печи (примерно 1 раз в 5 минут) и автоматически обеспечивается практический непрерывный температурный контроль по пирометрическому каналу.

Непрерывный контроль температуры чугуна на выпуске из вагранки позволяет вагранщику изменением подачи дутья и кокса выдерживать заданный температурный режим плавки. Стабилизация температуры выпускаемого металла из вагранки и электродуговых печей обеспечивает требуемый температурный режим разлива. В комплексе стабилизация температурных режимов ваграночной и электродуговой плавки снижает уровень брака, расход кокса, угар шихты и амортизацию футеровки.

УДК 536.521.

**Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ И УНИВЕРСАЛЬНОЙ  
МНОГОЦВЕТОВОЙ СИММЕТРИЧНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРМОМЕТРИИ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ**

Одним из разрабатываемых ФТИМС НАН Украины направлений является симметрично-волновая пирометрия излучения (СВПИ), которая имеет явные преимущества по сравнению с классической энергетической и спектрального отношения пирометрией излучения. СВПИ также имеет явные преимущества по сравнению с известными «многоцветовыми» решениями. Преимущества определяются, прежде всего, минимально возможным количеством рабочих длин волн и простым алгоритмом обработки первичной пирометрической информации, обеспечивающими более высокие метрологические характеристики. Наиболее простой здесь является линейная СВПИ. В случае термометрируемых объектов с линейными распределениями излучательной способности, в том числе со спадающими, возрастающими, серыми и