

При промышленном использовании термометры комплекса обеспечивают оптимальное управление технологическими процессами, а также снижение энергозатрат и угара шихтовых материалов, исключение брака и аварий, обусловленных нарушением температурных режимов, повышение срока службы футеровки и производительности теплотехнического технологического оборудования.

Методы и средства комплекса защищены патентами Украины и России, внедрены на отечественных и зарубежных металлургических предприятиях.

УДК 536.521.3

Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко, Д. А. Петренко, А. В. Богдан

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

ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЦВЕТОВОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

Оптическая термометрия основана на термодинамических законах теплового излучения Кирхгофа, Планка, Вина, Релея-Джинса, Стефана-Больцмана и Ламберта. В настоящее время насчитывается более 60 их формулировок, описывающих различные параметры взаимодействия теплового электромагнитного излучения с веществом в условиях термодинамического равновесия. Оптическая термометрия безальтернативна во многих случаях промышленного наиболее эффективного непрерывного термоконтроля, в том числе при измерениях температуры малых, движущихся, удаленных и высокотемпературных объектов. Поэтому первые оптические термометры создавались практически одновременно с разработкой теории теплового излучения.

До начала 80-х годов прошлого века интенсивно исследовалась «классическая» энергетическая и спектрального отношения пирометрия излучения. В результате этих исследований значительно улучшены метрологические характеристики и расширена область применения оптической термометрии. Сейчас по инструментальным погрешностям и другим характеристикам оптическая термометрия не уступает, и даже превосходит, термоэлектрическую и поэтому широко используется для эталонных измерений температуры и построения МТШ-90.

Классические технологии пирометрии излучения могут использоваться без калибровки на открытых контролируемых объектах в случае «черного тела» для энергетической и «черного и серого тел» для спектрального отношения термометрии. В других условиях её возможности ограничены известными проблемами неизвестной излучательной способности (ϵ) и пропускания промежуточной среды (τ). Отсюда следует, что с увеличением количества рабочих волн возможности пирометрии излучения для уменьшения методических погрешностей значительно расширяются.

ФТИМС НАН Украины были разработаны новые термометрические технологии, повышающие метрологические характеристики и расширяющие область применения бесконтактного и световодного непрерывного термоконтроля.

Спектрально-компенсационные многоцветовые термометрические технологии основаны на многоцветовой пирометрии излучения термометрируемой поверхности с последующей спектрально-компенсационной обработкой первичной пирометрической информации, исключающей влияние изменяющихся ϵ и τ .

Технологии полихроматической детерминированной пирометрии основаны на измерениях нескольких одноцветовых температур излучения термометрируемого объекта и последующем расчете его температуры с использованием методов матриц и Монте-Карло.

Трехцветовая симметрично-волновая термометрия основана на установленной для металлических сплавов зависимости излучательной способности на средней волне от ее значений на граничных волнах.

С точки зрения минимизации инструментальных погрешностей температурных измерений оптимальными являются методы с минимально возможным количеством рабочих волн. Поэтому предложена технология двухцветовой компенсационной пирометрии излучения (ДКПИ), направленная на объединение преимуществ трехцветовой симметрично-волновой термометрии по методическим погрешностям при более низком уровне инструментальных погрешностей пирометрии спектрального отношения. ДКПИ основана на использовании для расчета температуры объекта реального и зеркального распределений его излучательной способности. Для объектов со стабильным известным средним уровнем излучательной способности и изменяющейся в широких пределах селективностью излучения эта технология позволяет практически полностью исключить методическую погрешность температурных измерений.

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 ϵ 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-