

чено более 1 млрд. USD, а по оценкам Research & Development Centre of Nippon Steel Corporation – около 2 млрд. USD. Тем не менее, задача еще не решена и с этой целью до сих пор используют периодические измерения температуры с помощью термоэлектрических преобразователей. Указанные высокие затраты на разработку непрерывного термоконтроля подчеркивают его высокую технико-экономическую эффективность на конвертерах и сложность этой проблемы. При использовании современных керамических материалов, в том числе наноматериалов, световодные многоцветовые термометрические технологии дают серьезные предпосылки для решения этой общемировой проблемы.

УДК 621.745.5.06./07:536.5

**Л. Ф. Жуков, Е. А. Сиренко, Э. В. Захарченко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## **РЕГРЕССИОННЫЙ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ**

Для стабильного получения качественного литья с заданными свойствами необходимо экспрессно, по ходу плавки, контролировать не только основной параметр - температуру расплава, но и его химический состав. В случае отливок из серого чугуна обычных конструкционных марок содержание *C*, *Si* и *Mn* должно соответствовать требованиям ГОСТ 1412-85. Метод регрессионного термографического экспресс-анализа (РТГЭА) основан на зависимостях температур «ликвидус» и «солидус» от химического состава сплава, например чугуна.

ФТИМС НАН Украины накоплен значительный опыт в области РТГЭА. Усовершенствованы конструкции пробоотборников, оптимизировано размещение, термоизоляция и конструкция термоэлектрических преобразователей, созданы усовершенствованные алгоритмы и программы математической обработки термограмм охлаждения чугунов. Особое внимание уделено повышению чувствительности и снижению инерционности измерений температуры, выяснению достоверной взаимосвязи между формой термограмм охлаждения и характеристиками металлографической структуры. Подтверждены экспериментально установленные «НЕН» предель-

ные метрологические характеристики РТГЭА - на уровне 0,03% для углерода и кремния. Это сравнимо с погрешностью определения углерода методом сжигания (0,035%).

Разработаны технологии РТГЭА для определения содержания следующих элементов: *C* и *Si* – в чугунах; *C* – в сталях; *Al* и *Cu* – в цинковых сплавах; *Fe*, *Al* и *Zn* – в медных сплавах; *Si*, *Fe*, *Mg*, *Ni*, *Cu*, *Mn*, *Zn* и *Ti* – в алюминиевых сплавах, а также следующих технологических характеристик: степени модифицирования; количества неметаллических включений; пористости; объема усадочной раковины; протяженности границ зерен с последующей оценкой связанных с ней параметров.

Создан комплекс теплофизических методов и средств экспресс-анализа химического состава металлических сплавов. В состав комплекса также входит установка УТГЭА-Ч для термографического определения содержания *C* и *Si* в чугуне (Рис.1).

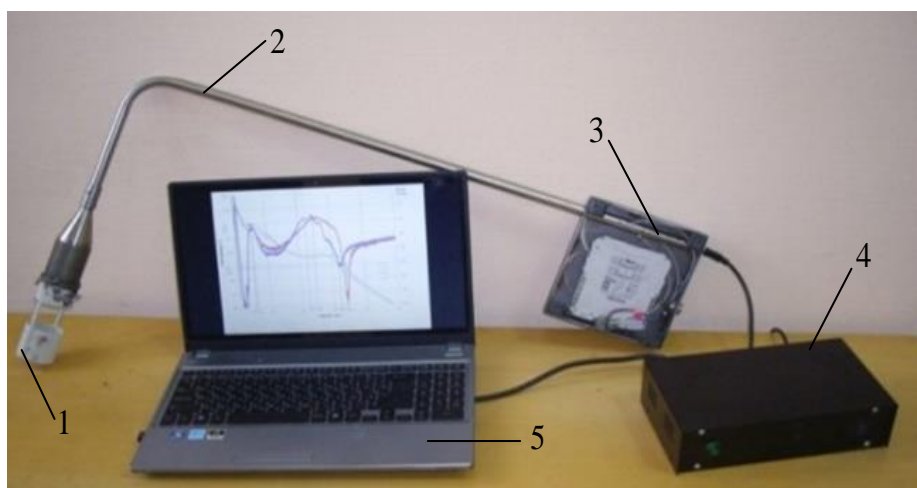


Рис. 1. Установка типа УТГЭА-Ч для термографического экспресс-анализа чугуна

Установка включает металлическую пробницу 1, пробоотборник 2, микропроцессорный вторичный измерительный преобразователь 3 с блоком питания 4, а также компьютер 5 с программным обеспечением. Может комплектоваться погружными или наливными, одноразовыми графитовыми и песчаными, или наливными многоразовыми (до 1000 проб) окрашиваемыми металлическими изложницами, термоэлектрическими или оптоэлектронными термопреобразователями.

Установка УТГЭА-Ч имеет следующие метрологические характеристики:

- абсолютная погрешность измерения содержания элементов, %  $\leq 0,1$ ;
- время измерения, мин  $\leq 2$ ;
- потребляемая мощность, Вт  $\leq 25$ .

При промышленном использовании термографические технологии обеспечивают стабильное получение металлопродукции с заданными свойствами при минимально возможных затратах.

Технологии РТГЭА защищены патентами Украины и России, внедрены на отечественных и зарубежных предприятиях.

УДК 536.521.3

**Л. Ф. Жуков, М. И. Смирнов, Д. А. Петренко, А. Л. Корниенко**

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

## **СВЕТОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧАХ**

Максимальные технико-экономические показатели металлургических печей и агрегатов для получения, обработки и разлива жидкого металла, достигаются только при непрерывном термоконтроле. Исследования и практика применения контактных, бесконтактных и световодных методов показали, что для реализации непрерывного контроля температуры жидкого металла наиболее эффективными и надежными являются световодные термометрические технологии.

В результате многолетних исследований ФТИМС НАН Украины разработаны технологии световодной пирометрии излучения и, для технической их реализации, универсальная конфигурация термометрической системы для непрерывного измерения, регистрации и индикации температуры металлических расплавов непосредственно в металлургических печах и агрегатах (Рис.1).

Система состоит из индивидуальной первичной световодной части, адаптированной и размещенной непосредственно на печи и универсальной вторичной оптоэлектронной части.

В состав первичной части входят световодное устройство (СУ), устройство оптического сочленения (УОС), фокусирующее устройство (ФУ) и волоконно-оптический кабель (ВОК).