

Д. Ю. Кропачёв, А. А. Гришин, А. Д. Масло

ОАО НПП «Эталон», г. Омск, Россия

УДК 669.15.017:536.5

СПОСОБЫ ОПЕРАТИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВА МЕТАЛЛОВ ДЛЯ НУЖД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены различные методы измерений температуры расплавов черных и цветных металлов, преимущества и недостатки данных методов.

Ключевые слова: измерение температуры расплава металла, термопреобразователь, оптоволоконный пирометр.

Развитие литейного производства машиностроительных предприятий неотъемлемо связано с их оснащением как технологическим оборудованием для производства плавки и литья различных марок металлов, так и с оснащением современными приборами контроля качества выполнения технологических процессов плавки. Большая часть измерений приходится на долю контроля и регулирования температуры как при плавке, так и при разливке металла.

На сегодняшний день в данном секторе металлургии широко используют переносные штанги со сменными одноразовыми пакетами платиновой группы различных конструкций, предназначенные для оперативных замеров температуры. Одним из основных недостатков данных устройств является очень короткий промежуток времени замера (порядка 3–7 с) при благоприятных условиях. Точность измерений температуры расплавленных металлов, в которых первичным звеном являются одноразовые термопреобразователи, определяется сходимостью показаний термопреобразователя, погрешностью измерения и регистрации выходного сигнала датчика, методической погрешностью и, наконец, погрешностью градуировки.

Температура плавления большинства черных металлов лежит в диапазоне 1400–1700 °С. Для измерений температуры в данном диапазоне, как правило, используют термодпары платиновой группы ТПР (тип В) с диапазоном измеряемых температур 600–1800 °С и вольфрам-рениевые ТВР (тип А) с диапазоном 1000–2500 °С. Следует отметить, что пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ 2-го класса допуска для таких термопреобразователей согласно ГОСТ Р 8.585 от 800 до 1800 °С рассчитывают по формулам

$$\pm \Delta t = 0,0025t \text{ для ТПР,}$$

$$\pm \Delta t = 0,005t \text{ для ТВР,}$$

где $\pm \Delta t$ — предел допускаемых отклонений термопреобразователя, °С; t — измеряемая температура, °С.

Таким образом погрешность самого термопреобразователя при измерении температуры расплава черных металлов при 1600 °С составит ± 4 °С для ТПР и ± 8 °С для ТВР; однако это при идеальных условиях измерения. Сюда не входят погрешность вторичного прибора, снимающего и преобразующего в температуру показания с термопреобразователя, а также методическая погрешность самого процесса измерения. Исходя из этого, суммарная погрешность измерений температуры расплава стали вышеописанным методом, как правило, составляет $\pm(6-20)$ °С для ТПР и $\pm(10-30)$ °С для ТВР.

Авторы настоящей статьи предлагают опробованный способ оперативного измерения температуры различных марок сталей, чугунов, а также цветных металлов, в основе которого лежит пирометрический метод измерений. Естественно, достоверность результатов измерения температуры жидких металлов пирометрическим способом в условиях задымленности, наличия шлака на поверхности, изменяющегося коэффициента излучательной способности зеркала расплавленного металла остается по-прежнему актуальной. Инженерами НПП «Эталон» найден ряд изобретательских решений, позволяющих устранить вышеперечисленные недостатки, и опробованы готовые решения на реальных промышленных объектах.

Для измерения температуры расплавов был разработан оптоволоконный пирометр ПД-6, отличающийся от классических пирометров тем, что приемник ИК-излучения и блок обработки сигнала разнесены с помощью высокотемпературного оптоволоконного кабеля, выдерживающего температуру до 200 °С. Таким образом, при-



Рис. 1. Измерение температуры расплава стали в индукционной печи



Рис. 2. Чехол после службы в расплаве металла

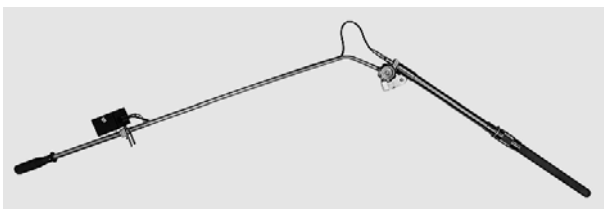


Рис. 3. Устройство для оперативного измерения температуры расплава металла

емник ИК-излучения с оптоволоконным кабелем может находиться в зоне измерений с повышенной температурой и электромагнитными помехами, где другие электронные приборы выходят из строя.

Для устранения влияния коэффициента излучательной способности на показания пирометра

ПД-6 в расплаве металла с помощью специального чехла формируется полость с коэффициентом излучательной способности, близким к коэффициенту излучательной способности модели АЧТ, что повышает точность измерений пирометрическим способом. Поскольку применяемый чехол, предназначенный для измерения температуры стали, оптически прозрачен в диапазоне от 300 до 2500 нм, пирометр фактически «смотрит» непосредственно сквозь прозрачный чехол на полость, образованную в расплаве металла. Благодаря такому решению существенно снижается длительность термической реакции измерений до 4–7 с с момента погружения в расплав чехла. На рис. 1 показан процесс измерения температуры расплава стали в индукционной печи с помощью одного из вариантов конструкции чехла. Процесс измерений длился около 30 с, хотя показания установились спустя 4–7 с после ввода чехла в расплав. Скорость ввода чехла в расплав не нормировалась.

В качестве контрольного датчика для замера использовали термоэлектрический преобразователь ТПР 5.182.004, помещенный в кварцевую пробирку. Разность показаний между ними не превысила 4 °С при измеряемой температуре 1586 °С. Из рис. 2 видно, что разрушение чехла в расплаве не произошло. Разрушение происходит после замера, в момент остывания металла. При его наличии на поверхности чехла образуется металлическая корочка, которая и приводит к его разрушению.

Для удобства измерений температуры расплава металла в индукционных печах инженерами предприятия конструкция была переработана и видоизменена (рис. 3). Следует отметить, что такая конструкция позволяет легко менять различные типы чехлов и использовать ее для измерения температуры как черных металлов, так и цветных в интервале 400–1800 °С. Конструкция позволяет также уменьшить финансовые затраты, связанные с износом классических датчиков температуры, так как при выходе из строя замене подлежит лишь съемный чехол, стоимость которого существенно ниже стоимости термоэлектрических преобразователей платиновой группы. ■

Получено 03.04.12

© Д. Ю. Кропачёв, А. А. Гришин, А. Д. Масло, 2012 г.