



The different variants of temperature measurements of the ferrous and non-ferrous metals, advantages and disadvantages of methods are considered.

Д. Ю. КРОПАЧЕВ, А. А. ГРИШИН, А. Д. МАСЛО, ОАО НПП «Эталон»

УДК 621.74

СПОСОБЫ ОПЕРАТИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВА МЕТАЛЛОВ ДЛЯ НУЖД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Развитие литейного производства машиностроительных предприятий неотъемлемо связано с их оснащением как технологическим оборудованием для производства плавки и литья различных марок металлов, так и современными приборами контроля качества выполнения технологических процессов плавки с целью улучшения свойств выпускаемого металла.

Большая часть измерений приходится на долю контроля и регулирования температуры как при плавке, так и при разливе металла.

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

Температура плавления большинства черных металлов составляет 1400–1700 °С. Для измерений температуры в данном диапазоне, как правило, используются термопары платиновой группы ТПП (тип В) с диапазоном измеряемых температур 600–1800 °С и вольфрам-рениевые ТВР (тип А) с диапазоном температур 1000–2500 °С. Следует отметить, что пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ 2-го класса допуска для данных термопреобразователей, согласно ГОСТ Р 8.585–2001, от 800 до 1800 °С рассчитываются по формулам:

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

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

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 ТПП, ± 8 °С для ТВР. Однако стоит отметить, что 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 расплава стали описанным выше методом, как правило, составляет ± 6 –20 °С для ТПП и ± 10 –30 °С для ТВР и это в лучшем случае.

Авторами предлагается опробованный способ оперативного измерения температуры различных марок сталей, чугунов, а также цветных металлов, в основе которого лежит пирометрический метод измерений.

Однако вопросы достоверности результатов измерения температуры жидких металлов пирометрическим способом, связанные с задымленностью, наличием шлака на поверхности, изменяющимся коэффициентом излучательной способности зеркала расплавленного металла, никто не отрицал. Инженерами предприятия предпринят ряд изобретательских решений, позволяющих устранить перечисленные выше недостатки, и опробованы готовые решения на реальных промышленных объектах.

Для измерения температуры расплавов был разработан оптоволоконный пирометр ПД-6, отли-



Рис. 1

чающийся 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, приемник 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, близкой к модели АЧТ, что повышает точность измерений пирометрическим способом. Учитывая, что применяемый чехол, предназначенный для измерения температуры стали оптически прозрачен от 300 до 2500 нм, пирометр фактически «смотрит» непосредственно сквозь прозрачный чехол на полость, образованную в расплаве металла. Благодаря данному решению существенно снижается время 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



Рис. 2



Рис. 3

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 образовывается металлическая корка, которая и приводит к его разрушению.

Для удобства измерений расплава металла в индукционных печах инженерами предприятия конструкция датчика была переработана и видоизменена (рис. 3). Нужно отметить, что данная конструкция позволяет легко менять различные типы чехлов и использовать один и тот же датчик как для измерения черных, так и цветных металлов в диапазоне температур 400–1800 °С.

Данная конструкция также позволяет 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.