

УДК 536.521

**Способы оперативного измерения температуры расплава металлов
для нужд машиностроительных предприятий**

**Methods quick of temperature measurement melting metal for the needs
of machine building enterprises.**

Автор: Ведущий инженер ОАО НПП «Эталон» Кропачев Д.Ю.

Author: principal engineer of JSC RPI “Etalon” Kropachev D.Y.

г.Омск, ул.Лермонтова, 175, тел.8 (3812) 36-99-67*211, e-mail:
fgup@omsketalon.ru

JSC RPI «Etalon», 175, Lermontov Str., Omsk, Russia, 644009, e-mail:
fgup@omsketalon.ru

Аннотация: В статье рассмотрены различные варианты измерений температуры расплавов черных и цветных металлов, преимущества и недостатки данных методов.

Abstract: This article describes the various options for measuring temperature melts of ferrous and non-ferrous metals, the advantages and disadvantages of these methods.

Ключевые слова: измерение расплава металла, измерение температуры от 400 до 1800 °С

Keywords: measuring molten metal temperature, measurement from 400 to 1800 ° C.

Развитие литейного производства машиностроительных предприятий неотъемлемо связано с их оснащением как

технологическим оборудованием для производства плавки и литья различных марок металлов, так и оснащением 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 розливе 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 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 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 лежит в диапазоне 1400...1700 °С. Для измерений температуры в данном диапазоне, как правило, используются термодпары платиновой группы ТПР (тип В) с диапазоном измеряемых температур 600...1800 °С и вольфрам-рениевые ТВР (тип А) 1000...2500 °С. Следует отметить, что пределы допускаемых отклонений от номинальной статической характеристики (НСХ) 2 класса допуска для данных термопреобразователей согласно ГОСТ Р 6616-94 свыше 800 до 1800 °С рассчитываются по формулам:

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

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

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, ± 8 °С для ТВР. Однако стоит отметить, что это лишь часть суммарной погрешности измерения. Сюда не входит 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 вышеописанным методом, как правило, составляет $\pm(6\dots 20)$ °С для ТПР и $\pm(10\dots 30)$ °С для ТВР и это в лучшем случае.

Автором 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, изменяющейся излучательной способностью зеркала расплавленного металла, никто не отменял. Инженерами предприятия предпринят 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°C. 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.



Рисунок 1- Измерение температуры расплава металла

Для устранения влияния излучательной способности на показания пирометра ПД-6 в расплаве металла с помощью специального чехла формируются полость с излучательной способностью близкой к модели абсолютно черного тела (АЧТ), что повышает точность измерений пирометрическим способом. Учитывая, что 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 данному решению существенно снижается время термической реакции измерений до 4...7 сек с момента погружения в расплав чехла. На рисунке 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 использовался термоэлектрический преобразователь ТПР 5.182.004, помещенный в кварцевую пробирку. Разность показаний между ними не превысила 4 °С при измеряемой температуре 1586 °С. На рисунке 2 видно, что разрушение чехла в расплаве не произошло.



Рисунок 2-Чехол после измерений расплава металла

Разрушение происходит после проведенного замера. В момент остывания на поверхности чехла образовывается твердая металлическая корка, которая сжимаясь при остывании, приводит к его разрушению.

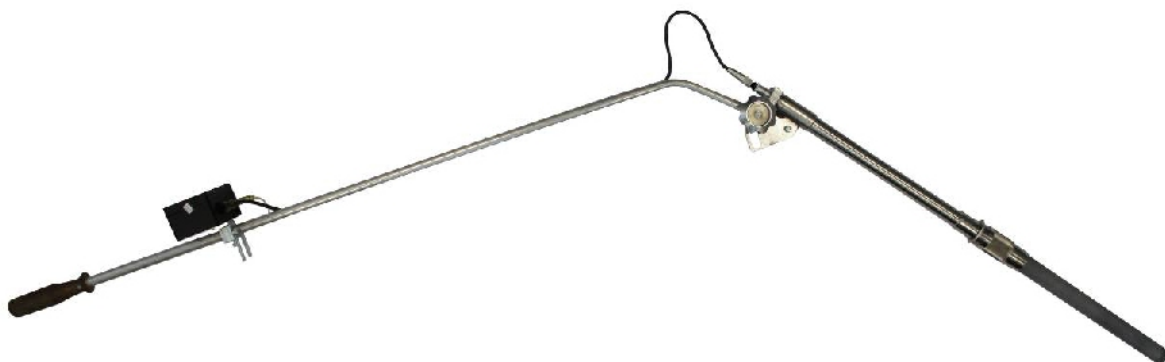


Рисунок 3- Устройство для измерения температуры расплава цветных и черных металлов

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

Применение чехла, аналогичного используемому в данной конструкции, 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.

Список литературы:

1. Попов М. М., Термометрия и калориметрия // Изд. Московского университета, 1954 г.
2. Якушенков Ю. Г., Теория и расчет оптико-электронных приборов// Изд. Логос, 1999