

УДК 621.36

А.Ю. Неделько

ОАО НПП «Эталон»

ЗАМЕНА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ БЕСКОНТАКТНЫМИ ИК-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Предложен альтернативный способ контроля температуры, позволяющий сократить затраты на замену изношенных термоэлектрических преобразователей.

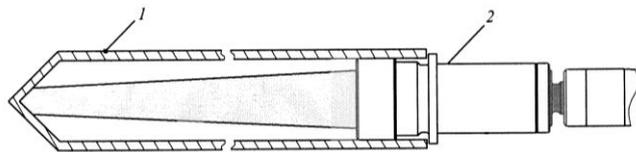
Ключевые слова: ИК-преобразователи, пирометр, контроль температуры.

Вопросы надежности, точности и инерционности средств контроля температуры процессов, протекающих в теплогенерирующих и теплоиспользующих установках, а также в технологических аппаратах предприятий лесопромышленного комплекса имеют большое практическое значение.

Термоэлектрические преобразователи получили широкое распространение практически во всех отраслях производства. Простота устройств и высокая точность измерений и по настоящее время обеспечивают им преимущество по сравнению с другими методами измерения температуры. Там, где их использование затруднено или невозможно в силу ряда причин (движение объекта измерений, слишком высокая температура, высокое напряжение и т.п.), применяют бесконтактные средства измерений – пирометры. Однако некоторые недостатки бесконтактного метода не позволяют ему вытеснить контактный.

Неизвестный в большинстве случаев коэффициент излучения объекта измерений требует тщательной настройки пирометра. У реальных объектов он меньше единицы, определяется материалом и качеством поверхности и является функцией температуры, угла наблюдения и длины волны. Точное определение этого коэффициента затруднено из-за большого количества влияющих факторов (наличие дыма, водяного пара и пыли между пирометром и объектом и др.).

Рис. 1. Схема ИК-преобразователя: 1 – чехол; 2 – приемник ИК-излучения



Цель нашей работы – объединить оба способа (контактный и бесконтактный), чтобы избежать ограничений, накладываемых неопределенным коэффициентом излучения. Для этого в среду, температуру которой необходимо измерять, помещают трубу, заглушенную со стороны среды (чехол), а пирометр визируют с открытого конца чехла на дно получившейся полости. Если отношение глубины полости к ее диаметру

достаточно велико, то она обретает свойства черного тела и ее коэффициент излучения можно считать равным единице. Схема подобного ИК-преобразователя приведена на рис. 1.

Достоинства такого ИК-преобразователя заключаются в следующем:

в случае износа замене подлежит только чехол, стоимость которого существенно ниже стоимости термоэлектрических датчиков;

инерционность преобразователя существенно ниже традиционных датчиков, так как чехол пустой;

при проведении очередной поверки нет необходимости демонтировать чехол, достаточно отсоединить приемник ИК-излучения от чехла и поверить прибор непосредственно как пирометр, что особенно важно в случае, когда объект нежелательно разгерметизировать, внутри находятся ядовитые вещества и др.;

так как преобразователь не содержит драгоценных металлов, он не будет служить объектом хищения.

Создать такой преобразователь можно на базе практически любого пирометра, обеспечив его соответствующим приспособлением для визирования. Однако зачастую вблизи объекта контроля присутствуют нежелательные для электронных устройств факторы – высокая температура воздуха, выбросы пламени, вибрация и т.п. Поэтому при разработке ИК-преобразователя необходимо учитывать условия эксплуатации.

С учетом вышеизложенного на ОАО НПП «Эталон» был разработан и изготовлен ИК-преобразователь в виде заглушенного термопарного чехла с присоединенным к нему приемником ИК-излучения (рис. 2). Приемник ИК-излучения соединен с пирометром высокотемпературным армированным оптоволоконным кабелем, позволяющим устанавливать электронную часть прибора на безопасном расстоянии от объекта контроля. Поток излучения передается по оптоволокну к цифровому измерительному блоку, где преобразуется в электрический сигнал и оцифровывается для последующей обработки.

Рис. 2. ИК-преобразователь для пирометра ПД-7



Рис. 3. Пирометр ПД-5 с ИК-преобразователем

Таким образом исключается перегрев и выход из строя чувствительного элемента и электроники. Преобразователь можно использовать совместно с пирометрами ПД-6 или ПД-7, которые производят на ОАО НПП «Эталон».

В ходе испытаний на реальных объектах были получены хорошие результаты. При проведении измерений температуры расплавов металлов и солей инерционность ИК-преобразователя была на порядок меньше, чем у штатной термопары, по показаниям которой осуществляется регулирование температуры. Отставание показаний термопары от показаний ИК-преобразователя в процессе нагрева/остывания расплава достигало порядка 20 °С, что не лучшим образом сказывалось на технологическом процессе. При измерении температуры нагретых газов разница в инерционности меньше, так как теплоемкость и теплопроводность газа значительно ниже, чем жидкости.

Пирометры ПД-6 и ПД-7 достаточно сложны и имеют избыточные функции, если их используют вместе с ИК-преобразователем. Продолжением развития данного направления стал пирометр ПД-5 (рис. 3), имеющий литой пылевлагозащищенный корпус с отверстиями для крепления, который работает при температуре окружающей среды от –30 до +50 °С. Приемник ИК-излучения выдерживает температуру окружающей среды до +200 °С. Диапазон измеряемых температур – от 400 до 1400 °С, погрешность измерений – 0,5 %. В конструкцию ИК-преобразователя были внесены небольшие изменения. Между чехлом и приемником ИК-излучения устанавливается теплоизолирующий переходник со штуцером для подвода воздуха, что позволяет осуществлять продувку переходника охлаждающим воздухом и предотвращать перегрев приемника. Шайба на переходнике служит защитным экраном от теплового излучения и выбросов пламени. Испытания показали, что при температуре внутри печи 1000 °С и температуре окружающего воздуха до 70 °С не происходит перегрева приемника, поэтому продувка воздухом не требуется.

На рис. 4 изображены органы управления и индикации, разъем для подключения внешних цепей пирометра ПД-5. Индикатор 1 съемный, что позволяет использовать его для настройки нескольких приборов по очереди. Если в индикации нет необходимости, индикатор в прибор не устанавливается, что позволяет несколько снизить стоимость пирометра.

В пирометре ПД-5 реализована схема имитации термопарного выхода. Температура, измеренная с помощью ИК-преобразователя, пересчитывается в значение термо-ЭДС для любого из 13 типов термопар, и напряжение соответствующей амплитуды выдается на контакты разъема 2.

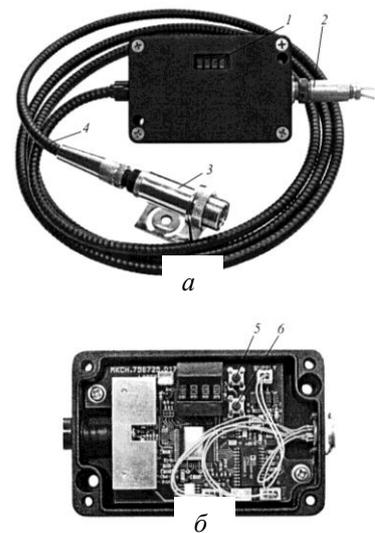


Рис. 4. Общий вид (а) и система управления и индикации (б) пирометра ПД-5: 1 – индикатор; 2 – разъем; 3 – приемник ИК-излучения; 4 – оптоволоконный кабель; 5 – кнопка управления «+»; 6 – кнопка управления «<->»

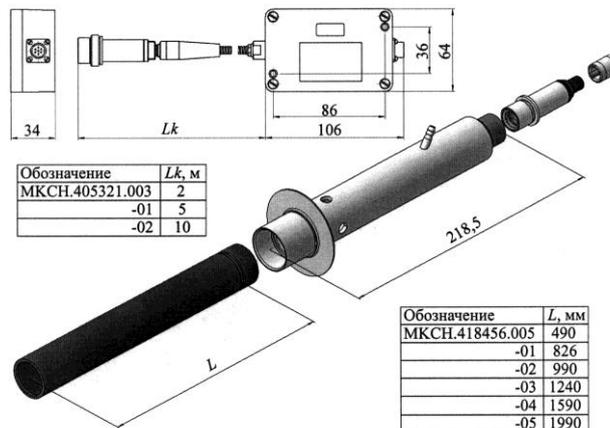


Рис. 5. Габаритные и присоединительные размеры пирометра ПД-5 с ИК-преобразователем

При замене штатной термопары на ИК-преобразователь нет необходимости заменять существующую систему контроля/регулирования, можно подключить пирометр к имеющемуся оборудованию. Пирометр ПД-5 имеет настраиваемый токовый выход (0...5, 0...20, 4...20 мА) и ключ двухпозиционного регулирования. Ключ может управлять внешним твердотельным реле, с помощью которого можно осуществлять регулирование температуры или, например, отключать горелку котла при перегреве и т.п.

Схема сборки ИК-преобразователя, габаритные и присоединительные размеры приведены на рис. 5. В зависимости от условий применения длину чехла и оптоволоконного кабеля можно выбрать, используя данные, приведенные на рис. 5.

A.Yu. Nedelko

JSC Research-industrial Enterprise «Etalon»

Replacement of Thermoelectric Transducers by Noncontact Infrared Transducers

The alternative way of temperature control is suggested allowing to reduce costs of replacement of worn-out thermoelectric transducers.

Keywords: IR transducers, thermometer, temperature control.