

УДК 614.842

*Курская Т.Н., ст. преп., УГЗУ,  
Сидоренко Г.С., директор, ННЦ „Институт метрологии”,  
Чернобай Г.А., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМИ ДАТЧИКАМИ НА ОСНОВЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК**

(представлено д-ром техн. наук Туркиным И.Б.)

Разработана схема самокалибрующегося датчика температуры и проведены предварительные исследования фазовых переходов, характеризующих процессы плавления (затвердевания) чистых металлов в малогабаритных реперных точках

**Постановка проблемы.** Безопасность и надежность эксплуатации объектов повышенной пожаро- и взрывоопасности, таких как АЭС, предприятия металлургии, машиностроения, нефте- и коксохимии непосредственно связаны с точностью и достоверностью температурных измерений. Так, доля температурных преобразователей только на АЭС превышает пятую часть всей датчиковой аппаратуры. Метрологические характеристики контактных датчиков температуры, установленные в необслуживаемых помещениях и труднодоступных местах, не подвергаются контролю в процессе эксплуатации, что приводит к снижению достоверности показаний [1,3,4]. Кроме этого на погрешность измерений температуры оказывают влияние дестабилизирующие факторы: радиационное излучение, агрессивная среда, высокая температура и т.п. [1,2,3].

В целом, к основным задачам по повышению точности, стабильности и достоверности температурных измерений, следует отнести:

- совершенствование конструкций, технологий и методов контроля рабочих СИТ;
- совершенствование метрологического обеспечения СИТ;
- повышение безопасности и надежности системы температурного контроля промышленных объектов.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Номенклатура используемых датчиков температуры любого промышленного объекта определяется рабочими режимами его технологи-

ческих процессов. Так, в атомной энергетике используются преобразователи термоэлектрические (ТТ) и термопреобразователи сопротивления (ТС) следующих типов: ТСП-1390, ТСП-1790, ТХК-1190, ТХА-1090, ТХК-1090, ТХА-1439, ТХА-1449, ТХА-1590, ТХК-1590, на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности – преобразователи термоэлектрические типа ТХК-2988, ТХА-706-02, в металлургии – ТПП-1788, ТПР-1788, ТПР-0290М, ТПР-0475 и т.п. Однако, в металлургических печных агрегатах контактные датчики, используемые для контроля температуры кладки и газа, серийно не изготавливаются [5]. Контроль метрологических характеристик контактных датчиков температуры обычно осуществляют в лабораторных условиях с применением специальной аппаратуры. Для метрологического обеспечения датчиков, расположенных в необслуживаемых помещениях, целесообразно применять самокалибрующиеся датчики температуры.

**Постановка задачи и ее решение.** В данной работе описана схема и принцип работы самокалибрующегося датчика температуры (СДТ), которые позволяют осуществлять реализацию поверки (калибровки) ТТ и ТС в труднодоступных местах без демонтажа с целью повышения достоверности и точности измерений температуры рабочими СИТ в процессе эксплуатации.

Конструкция СДТ состоит из малогабаритной реперной точки на основе двух реперных металлов необходимой чистоты (> 9,99%), в термометрическом канале которой находится ТТ или ТС, подключенный к измерительному тракту. При достижении температуры плавления (затвердевания) реперного вещества происходит характерная стабилизация значения термо-э.д.с. или сопротивления термопреобразователя. По температурному плато плавления (затвердевания) могут быть получены калибровочные значения как для первичного датчика ТТ (ТС), так и для всего измерительного канала в целом.

На рис.1 представлена схема самокалибрующегося датчика температуры.

Геометрия, материал тигля и чистота реперного металла имеют решающее значение для формы и достоверности регистрируемого температурного плато. Структурная схема экспериментальной установки для исследования поведения температурного плато реперной точки плавления или затвердевания чистого металла представлена на рис. 2.

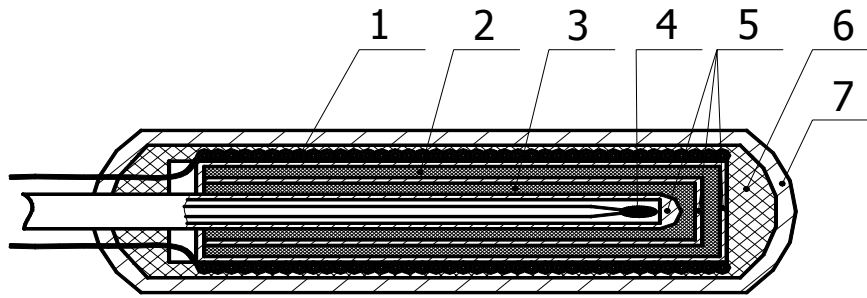


Рис. 1 – Самокалибрующийся датчик температуры (1 – управляемый нагревательный элемент; 2 и 3 – реперные металлы; 4 - первичный измерительный преобразователь (ПИП); 5 – тигли, выполненные из никеля; 6 - порошок окиси магния; 7 – металлический корпус)

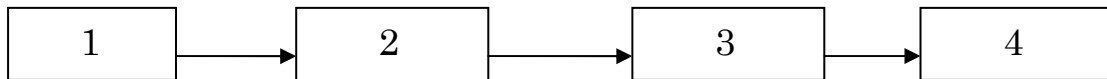


Рис. 2 – Структурная схема (1 – портативный калибратор температуры; 2 – мини-ампула с оловом и алюминием; 3 – преобразователь термоэлектрический; 4 – цифровой вольтметр типа В7-39)

В качестве материала тигля использовался никель, что обеспечивает высокое быстродействие по сравнению с тиглем из окиси алюминия.

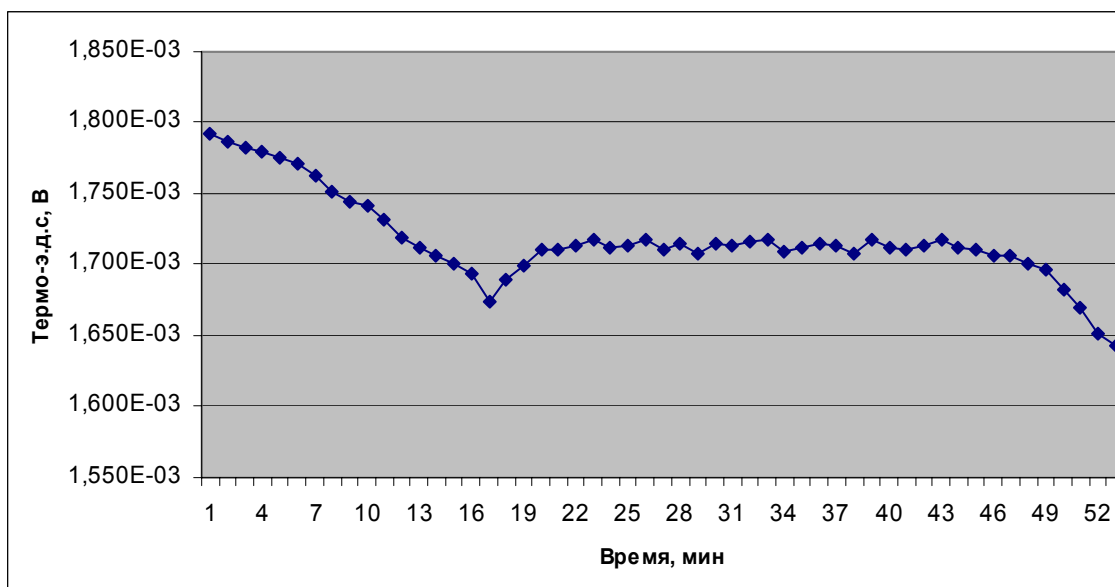


Рис. 3 – Плато затвердевания олова, регистрируемое термоэлектрическим преобразователем ТПП (S)

Для осуществления фазовых переходов реперных металлов в малогабаритной ампуле применялся портативный калибратор температуры ТС-660, в одном канале которого был размещен самокалибрующийся датчик.

На рис. 3 показана типичная временная зависимость термоэ.д.с. ТПП (S), погруженного в термометрический канал СДТ, при исследовании температурного плато олова. Величина суперохлаждения реперного металла равнялась  $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а длительность плато затвердевания составила 25 мин.

На рис. 4 показано температурное плато алюминия, регистрируемое ТПР (B), находящимся в термометрическом канале СДТ.

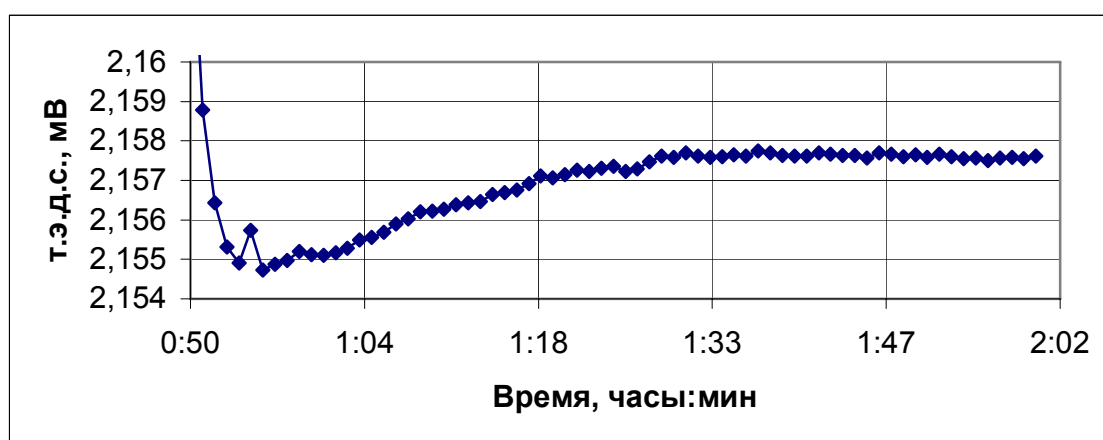


Рис. 4 – Плато затвердевания алюминия, регистрируемое термоэлектрическим преобразователем ТПР (B)

Девиация (СКО) плато затвердевания реперной точки олова в области 30% от начала длительности плато определялась с помощью датчика ЭЧП-0183 и составила 4,7 мК. Проведенные исследования по изучению воспроизводимости температуры плато затвердевания реперного металла – олова показали, что воспроизводимость температуры не более 6,4 мК для трех реализаций, для алюминия – не более 12 мК. Абсолютная погрешность калибровки преобразователя термоэлектрического типа ТПП (S) составила 0,054 К, а ТПР (B) – 0,13 К. Основными достоинствами данного самокалибрующегося датчика температуры являются: небольшое количество реперного материала в тигле, достаточное время для градуировки преобразователя, возможность поверки (калибровки) и корректировки показаний стандартных датчиков температуры

по градуировочным данным самокалибрующегося датчика в процессе эксплуатации без нарушения технологического режима.

**Выводы.** Таким образом, предложенный самокалибрующийся датчик температуры позволит осуществлять контроль за состоянием СИТ в период эксплуатации, что приведет к снижению аварийных ситуаций на объектах стратегического назначения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Олейников П.П., Пампура В.Б. О метрологическом обеспечении высокотемпературных измерений. Приборы и автоматизация.- 2002. -№12(30). -С.37.
2. Добровинский И.Е., Казанцев В.В., Павлов Б.П. и др. Состояние и перспективы метрологического обеспечения в области термоэлектрической термометрии // Приборы и автоматизация - 2002.- №3(21). -С.63.
3. Саченко А.А., Мильченко В.Ю., Кочан В.В. Измерение температуры датчиками со встроенными калибраторами.- М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Денискин В.П., Наливаев В.И., Олейников П.П. Предложения по развитию методов и средств температурных измерений для предприятий атомной отрасли // Ядерные измерительно-информационные технологии. -2003.- №3(7).- С.55.
5. Беленький А.М., Бердышев В.Ф., Найденов Р.Э. Проблемы измерения температуры в металлургии // Приборы. – 2002. - №3(21). – С.15.