

УДК 536.5

А.Ф. Бродников, В.Я. Черепанов

ИЯФ СО РАН, СГГА, Новосибирск

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СРЕДСТВ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ШКАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНИАТЮРНЫХ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК

Приведены результаты разработки и исследования миниатюрных мер температуры. Рассмотрена возможность их применения для воспроизведения и передачи температурной шкалы.

A.F. Brodnikov, V.Ya. Cherepanov

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

CREATION OF NEW MEANS OF REPRODUCTION AND TRANSFER OR TEMPERATURE SCALE ON THE BASIS OF TINY CONSTANT OF POINTS

The results of development and research of tiny measures of temperature are given. The opportunity of their application for reproduction and transfer of a temperature scale is considered

Энергетические проблемы стимулируют повышение точности измерений в целях учета и рационального использования энергетических ресурсов. Для России эти проблемы, несмотря на ее природные богатства, становятся все более актуальными, особенно, в области теплосбережения. Эта особенность обусловлена суровым климатом и длительным отопительным сезоном.

Учет тепла осуществляется в настоящее время теплоизмерительными приборами и системами, основой которых являются каналы измерений параметров теплоносителя (расхода, температуры и давления). Данная работа направлена на совершенствование, прежде всего, средств метрологического обеспечения измерений температуры, используемых при учете тепловой мощности и энергии в водяных системах теплоснабжения.

В настоящее время поверка термометров, входящих в состав теплосчетчиков, осуществляется, как правило, в жидкостных термостатах или калибраторах температуры. В термостатах значение температуры термостатирующей жидкости измеряют эталонными платиновыми термометрами, имеющими погрешность $0,01 \div 0,02$ °С. Аналогичную погрешность имеют твердотельные калибраторы температуры с встроенным эталонным термометром. Такой уровень точности эталонных средств температуры становится уже неудовлетворительным [1].

В данной работе рассматривается возможность использования миниатюрных реперных точек для повышения уровня точности воспроизведения и передачи температурной шкалы в наиболее востребованном при учете тепла диапазоне 30 ... 180 °С. Исследования, выполненные в ходе этой работы, привели к следующим выводам.

1. Наиболее надежными и стабильными носителями температурной шкалы являются реперные точки плавления-затвердевания чистых металлов [2].

2. Количество реперных точек в воспроизводимом диапазоне шкалы должно быть избыточным, а не минимально необходимым, как сейчас принято. В частности, существующая шкала температуры МТШ-90 в диапазоне температуры 30 ... 180 °С содержит лишь две реперные точки ($T_{\text{Ga}} \approx 30 \text{ °С}$, $T_{\text{In}} \approx 156 \text{ °С}$), через которые уверенно можно провести только прямую.

3. Для повышения метрологической надежности каналов температуры теплосчетчиков в этом диапазоне необходимо иметь минимум три точки. Поэтому хорошо бы иметь реперную точку температуры плавления-затвердевания натрия, расположенную приблизительно в середине диапазона ($\approx 98 \text{ °С}$), а также других щелочных металлов: рубидия (39 °С), калия (63 °С), лития (180 °С) [3].

4. Реализация реперных точек щелочных металлов в традиционных «полногабаритных» ампулах, содержащих 1 кг и более высокочистых металлов, невозможна, так как это очень опасно и дорого.

5. Возможна реализация реперных точек на основе щелочных металлов в миниатюрных ампулах, содержащих менее 1 г высокочистого металла [4].

6. Длительность фазового перехода плавления-затвердевания обратно пропорционально скорости изменения температуры вблизи температуры перехода [5].

7. В адиабатических условиях (отсутствие теплообмена ампулы реперной точки с внешней средой) фазовый переход может длиться бесконечно, независимо от массы металла [3].

8. Миниатюрность ампул для воспроизведения реперных точек позволяет обеспечить их безопасность, невысокую стоимость, малую инерционность и незатруднительную транспортировку, обеспечивающую простоту их периодической поверки (аттестации), например, путем почтовой пересылки.

9. Миниампулы могут быть использованы в качестве эталонных мер температуры при поверке калибраторов (других мер температуры), а также при поверке различных термопреобразователей в жидкостных термостатах взамен традиционных эталонных платиновых термометров [3].

Полученные результаты экспериментальных исследований фазовых переходов плавления-затвердевания ряда металлов в миниатюрных ампулах, содержащих от 0,5 до 1 г металла, подтверждают перечисленные выводы.

На рис. 1 приведена зависимость температуры фазового перехода плавления натрия от времени. Видно, что стабильная температура сохраняется в пределах $\pm 2,5 \text{ мК}$ в течение почти 2-х часов.

Рис. 2 иллюстрирует фазовый переход плавления индия, входящего в перечень реперных точек шкалы МТШ-90.

Длительность «площадки» плавления составляет около 5-ти часов, а стабильность значения температуры находится в пределах $\pm 1,5 \text{ мК}$.

Данные, полученные для реперных точек натрия и индия, по точности соответствуют эталонам 1-го разряда в поверочной схеме для средств измерений температуры. Кроме этого получены предварительные результаты по фазовому переходу плавления лития (рис. 3). К сожалению, наблюдаемый

фазовый переход не приводит к достаточно высокой стабилизации температуры. Нестабильность ее значений составляет около 0,1 К в течение 2-х часов. Это объясняется неопределенностью в чистоте исследованной навески металла.

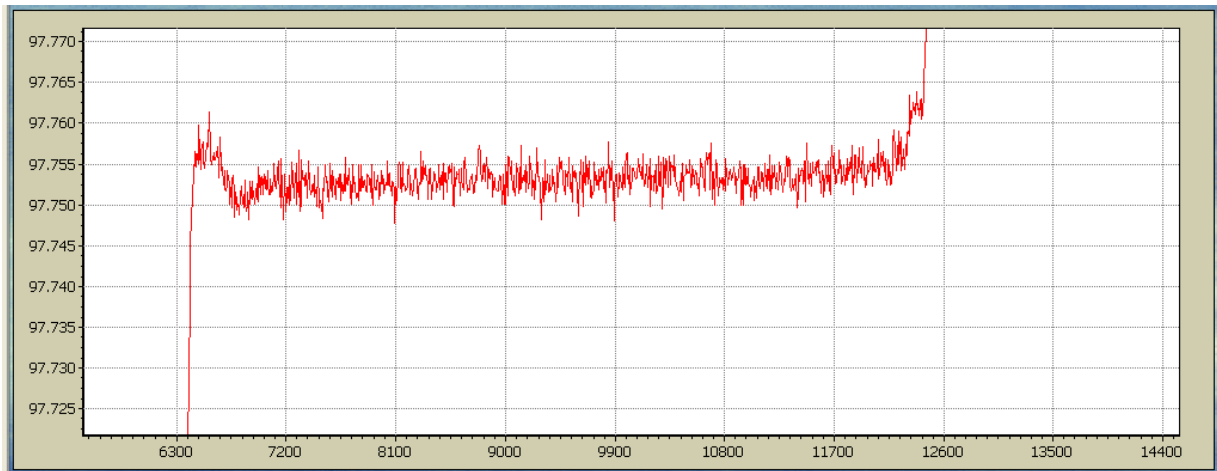


Рис. 1. Фазовый переход плавления натрия

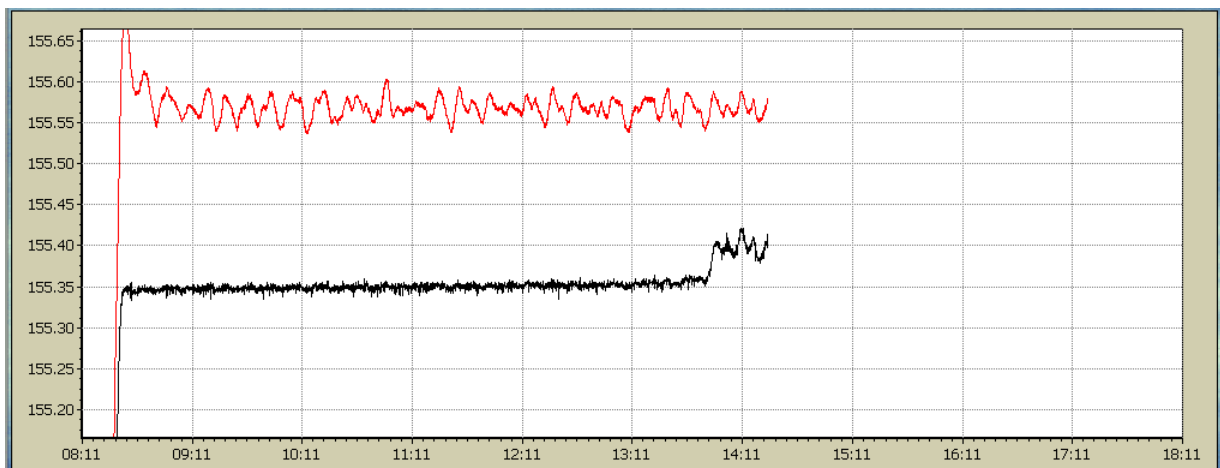


Рис. 2. Стабилизация температуры при плавления индия:

верхняя кривая соответствует температуре термостата, в который помещена ампула (колебания ± 20 мК)

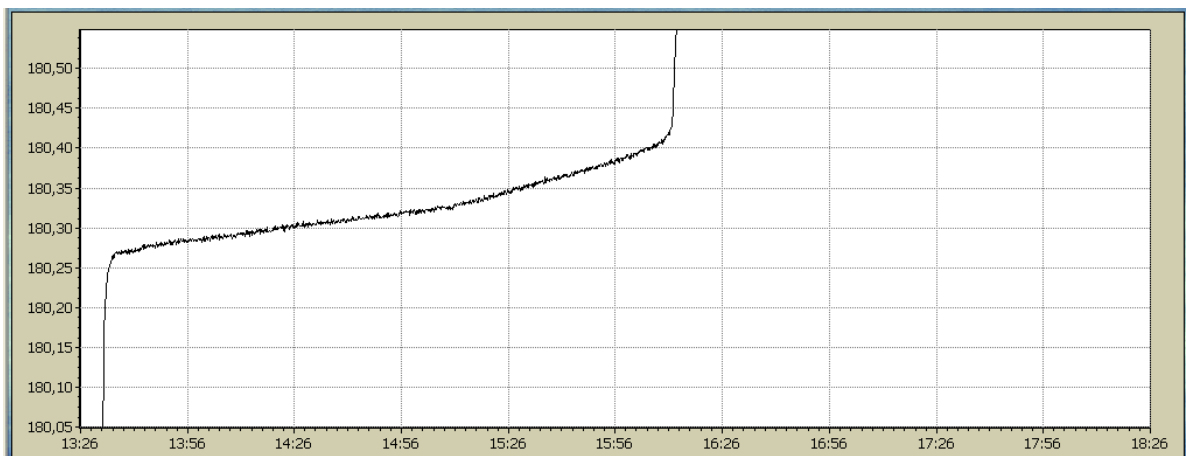


Рис. 3. Фазовый переход плавления лития

В настоящее время ведутся работы по исследованиям фазового перехода галлия в миниатюрной ампуле.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черепанов, В.Я. Вопросы метрологического обеспечения измерений температуры в системах учёта количества теплоты [Текст] / В.Я. Черепанов // – Приборы. – 2002. – № 6. – С. 63–66.
2. Куинн, Т. Температура [Текст] / Т. Куинн // – М.: Мир, 1985. – 448 с.
3. Бродников, А.Ф. Результаты исследований и перспективы использования миниатюрных ампул реперных точек для воспроизведения и передачи температурной шкалы [Текст] / А.Ф. Бродников, В.Я. Черепанов // – Измерительная техника. – 2009. – № 10. – С. 49–52.
4. Бродников, А.Ф. Анализ возможностей создания новых реперных и постоянных точек температурной шкалы [Текст] / А.Ф. Бродников, В.Я. Черепанов // – Приборы. – 2007. – № 8. – С. 15–19.
5. Бродников, А.Ф. Результаты исследования натрия в качестве новой реперной точки температурной шкалы [Текст] / А.Ф. Бродников, В.Я. Черепанов // Сб. материалов международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь – 2008». Т. 4. – Новосибирск: СГГА, 2008. – С. 118–121.

© А.Ф. Бродников, В.Я. Черепанов, 2010

