

СОЗДАНИЕ МИНИАТЮРНОЙ АМПУЛЫ РЕПЕРНОЙ ТОЧКИ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ЖИДКОСТНЫХ ТЕРМОСТАТОВ

Надежда Анатольевна Вихарева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств инноватики и метрологии, тел. (383)361-07-31, e-mail: milana-maria@mail.ru

Дарья Евгеньевна Белавина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (923)176-84-55, e-mail: belavina.dasha@mail.ru

Предложена методика для аттестации жидкостных термостатов, основанная на использовании реперных точек, воспроизводимых в миниатюрных ампулах. Приведены результаты экспериментальных исследований на примере воспроизведения реперной точки индия и галлия с помощью миниатюрных ампул.

Ключевые слова: миниатюрная ампула реперной точки, термометрия, жидкостный термостат, аттестация, температурный канал, точка плавления.

CREATION OF A MINIATURE AMPULE OF A REFERENCE POINT FOR THE ATTESTATION OF LIQUID THERMOSTATS

Nadezhda A. Vihareva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special Devices of Innovation and Metrology, phone: (383)361-07-31, e-mail: milana-maria@mail.ru

Daria E. Belavina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (923)176-84-55, e-mail: belavina.dasha@mail.ru

A technique is proposed for the certification of liquid thermostats, based on the use of reference points reproduced in miniature ampoules. The results of experimental studies are presented on the example of reproducing the reference point of indium and gallium using miniature ampoules.

Keywords: miniature ampoule of the reference point, thermometry, liquid thermostat, certification, temperature channel, melting point.

Прорыв в научно-технической среде тесно связан с постоянным усовершенствованием измерительной техники, а также научный прогресс в метрологии. Это в полном объеме относят к термометрии (измерение тела человека), объясняется это тем, что более точные температурные измерения обретают всё большую важность, так как для решения проблем в каждой сфере деятельности человека должны проводится точные измерения температур, в первую очередь это теплоэнергетика и теплосбережение. На данный момент международная шкала (МТШ-90) является фундаментом этих измерений.

Для сохранения постоянной температуры в настоящее время часто применяются жидкостные термостаты. В руководстве по эксплуатации ТКЛШ 2.998.013 РЭ говорится, что термостат жидкостный «Термотест-100» используется для калибровки и поверки стеклянных и манометрических термометров и предназначен для преобразователей температуры. Сами термостаты поверяются с помощью эталонных платиновых термометров, у которых имеется ряд недостатков. К примеру, такие термометры часто невозможно погрузить в рабочую камеру термостата на нужную глубину, и у таких термометров метрологическая надежность напрямую зависит от правильного транспортирования и условия хранения [1]. В связи с этим было предложено использовать для аттестации жидкостных термостатов миниатюрные ампулы реперных точек.

Приборы для применения реперных точек служат средством хранения, воспроизведения и для передачи шкалы температуры. Данные устройства были узаконены на основе международных соглашений результатами фазовых температурных переходов в чистых веществах. Стабилизация температуры определена выделением или поглощением теплоты, которая равна теплоте затвердевания или плавления чистых веществ. Этот процесс отслеживается при фазовом переходе. Результат измерения температуры получают при стабилизации показаний, таким образом, этот результат относят к эталонному. Именно так получают передачу единицы температуры от реперных точек шкалы [2].

В 90-ые годы применение реперных точек было возможно только в метрологических научно-исследовательских институтах, в которых находятся на хранении государственные эталоны единиц температуры. Это было связано с тем, что для их применения было необходимо использовать сложную в использовании и дорогую электронную и электроизмерительную технику, которая применялась для высокоточных измерений. Модернизация этой техники и процессы изменения в реперных точках привели к тому, что их стали применять в качестве эталонных средств.

К этапам модернизации аппаратуры реперных точек можно отнести переход от электронных блоков, размещённых в громоздких напольных стойках значительных размеров, к малогабаритным блокам, которые можно установить на обычном лабораторном столе. Это стало возможным благодаря использованию микропроцессорных устройств, выполняющих функции измерений, цифрового регулирования и обработки измерительной информации.

Эта тенденция объясняется следующими факторами:

- намного более низкой стоимостью ампул за счёт малого количества дорогого, высокой чистоты вещества;
- удобством транспортировки миниатюрных ампул при сличениях эталонов и при передаче шкалы;
- практически мгновенный (для тепловых процессов) выход на стационарный режим, соответствующий температуре фазового перехода;
- компактность всего теплового блока с миниатюрной ампулой.

Чертеж малогабаритных ампул реперных точек представлен на рис. 1. Размер таких ампул составляет: диаметр от 25 до 45 мм, высота от 100 до 160 мм,

диапазон массы металла от 100 до 300 г. Предел нестабильных температур составляет от 0,005 до 0,01 °С. Выход таких ампул на стационарный режим составляет примерно пять часов. Корпус ампул сделан из современного конструкционного материала под названием флоропласт [3].

На рис. 2 представлен внешний вид такой ампулы.

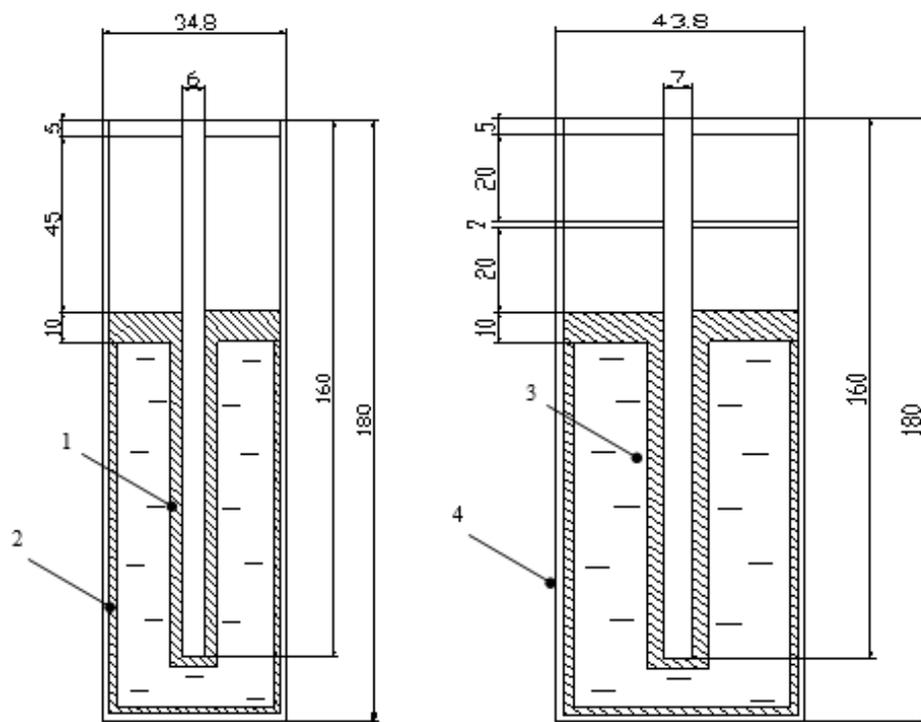


Рис. 1. Чертеж малогабаритных ампул реперных точек [4]



Рис. 2. Внешний вид ампул реперных точек

В виде эксперимента ампулу с галлием поместили в термостат с металлическим термостатирующим блоком, который имеет область температуры от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, вертикальный перепад температуры составил $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, в рабочей зоне 100 мм от дна термометрического канала, а также нестабильность составила $\pm 0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$. При осуществлении точки плавления температура термостата была на $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ больше, чем температура плавления галлия. На рис. 3 представлен график показывающий температуры во время плавления. Из графика видно, что время плавления в малогабаритной ампуле в 2 раза увеличилось, а должно быть в области 4 часов.

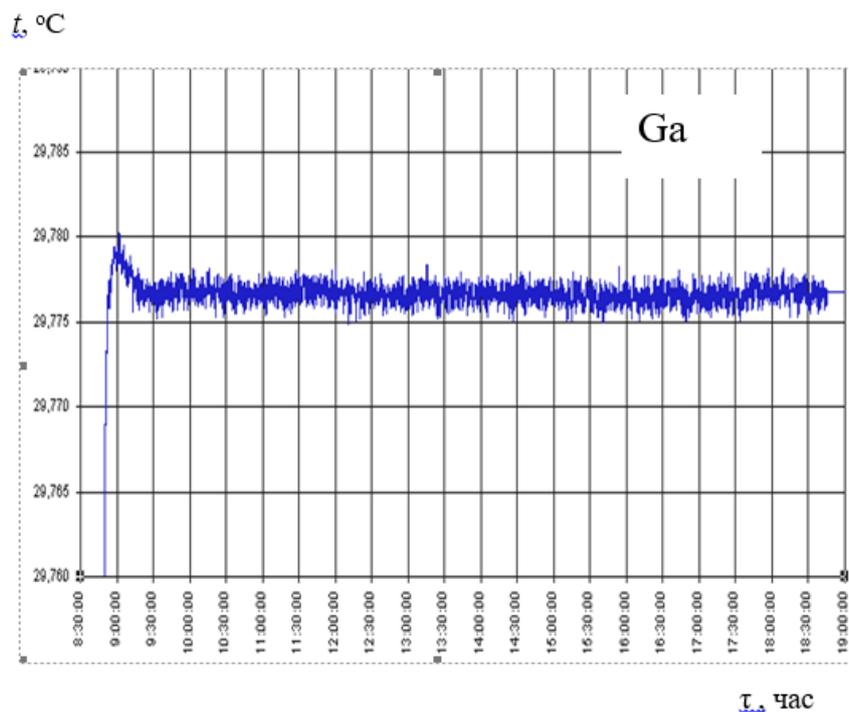


Рис. 3. «Площадка» плавления галлия в малогабаритной ампуле

В термостат с металлическим термостатирующим блоком и с областью температуры от $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ была помещена ампула с индием, вертикальный градиент температуры составляет $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в рабочей зоне 80 мм от дна температурного канала, а также нестабильность составила $\pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чтобы улучшить тепловой контакт колодец ампулы заполнили маслом ПМС-100. Для снижения времени получения реперной точки и для простоты работы осуществилась точка плавления, температура термостата на $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ больше температуры плавления индия. На рис. 4 представлен график плавления индия [5].

Исследования показали, что в малогабаритных ампулах осуществляется достаточно длинный фазовый переход и его температура имеет отличие от значений по МТШ-90 не больше, чем на $0,005\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это показывает, что можно использовать миниатюрные ампулы реперных точек в качестве эталонных мер температуры высокого уровня точности.

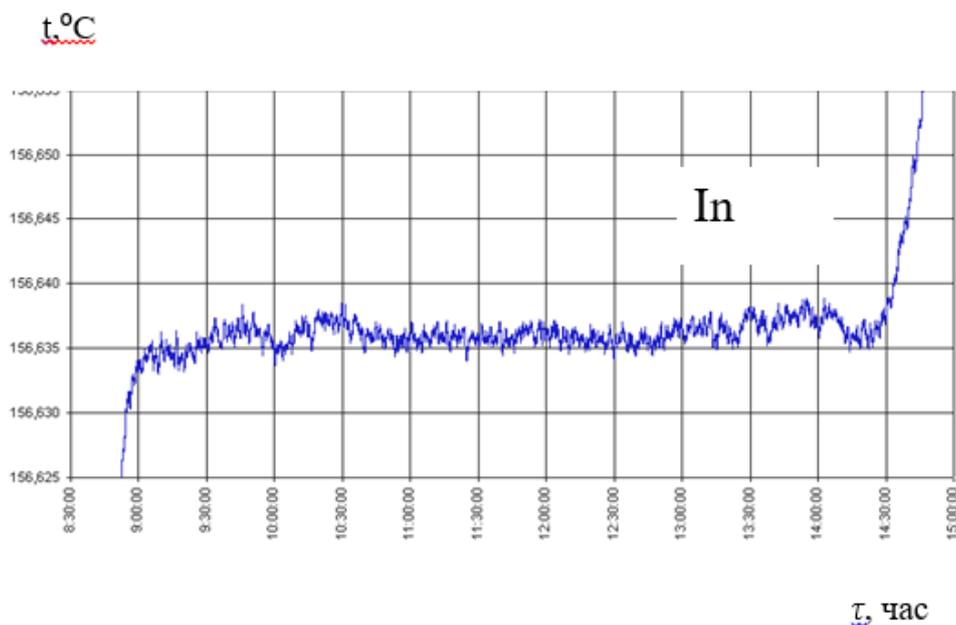


Рис. 4. «Площадка» плавления индия в малогабаритной ампуле

Можно сделать вывод, что по мере уменьшения массы используемого чистого вещества, а также самого размера ампулы стабильность температуры становится ниже при сохранении длительности фазового перехода.

Помимо этого, есть еще одно не менее важное преимущество миниатюрных ампул – вероятность безопасного применения для реперных точек химически активных и других опасных веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черепанов В. Я. Адиабатический метод формирования и измерения тепловых потоков в эталонах физических величин // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск : СГГА, 2006. Т. 4, ч. 2. – С. 201–206.
2. Походун, А. И. Перспективы дальнейшего развития международной температурной шкалы. Тезисы докладов XII Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ. – М. : Интерконтакт наука, 2008. – С.93–94.
3. Лахов В. М. Новейшие образцы Российской Федерации // Интервью журналу «Контрольно-измерительные приборы и системы». – 2009. – № 6.
4. Походун А. И., Шарков А. В. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин: учеб. пособие // СПб ГУ ИТМО, 2006. – 87с.
5. Шевелев, Ю.В. Реализация реперных точек температурной шкалы в малогабаритных ампулах / Ю.В. Шевелев, В.Я. Черепанов // Измерительная техника. – 2004. – № 2. – С. 39–42.

© Н. А. Вихарева, Д. Е. Белавина, 2020