

УДК 53.08

Федеральное государственное казенное общеобразовательное учреждение
«Санкт-Петербургский кадетский корпус «Пансион воспитанниц Министерства
обороны Российской Федерации»

Исследование альтернативного метода наморозки ампулы тройной точки воды

Авторы: воспитанницы 11 класса
Игнатова Анна Евгеньевна,
Жужома Анна Валерьевна

Руководители: преподаватель
отдельной дисциплины (физика,
химия, биология)
Волконская Наталия
Николаевна, кандидат физико-
математических наук.
Научный консультант: Фуксов
Виктор Маркович, заместитель
руководителя лаборатории
термометрии ВНИИМ им. Д.И.
Менделеева кандидат
технических наук.

В современном мире точность измерений приобретает всё большее значение. Большое количество стратегически важных приборов используют различные тепловые характеристики, что обуславливает необходимость измерения температуры с минимальной погрешностью.

Точность измерений достигается при помощи первичных эталонов, в одном из которых используются ампулы для воспроизведения температуры тройной точки воды, которые являются рабочими эталонами нулевого разряда согласно ГОСТ 8.558-2009. Большинство пользователей данного оборудования используют для наморозки льда жидкий азот и металлические стержни, при этом процесс сопряжён с большим риском повреждения дорогостоящей хрупкой ампулы.

Актуальность исследования определяется необходимостью создания нового способа подготовки тройной точки воды, так как существующие - являются дорогостоящими и напрямую зависят от оператора.

Новизна работы заключается в разработке и применении абсолютно нового способа подготовки тройной точки воды при помощи переохладения ампулы с водой до отрицательных температур и последующего механического воздействия.

Работа носит практический характер и ставит своей целью разработку и апробацию нового способа подготовки тройной точки воды намораживанием

твёрдой фазы в спиртовом термостате, минимизирующего участие оператора. Объектом исследования является эталон единицы температуры в диапазоне 0 – 961,78 °С (область контактной термометрии), а предметом - способ наморозки ампулы тройной точки воды.

Гипотеза исследования представляет собой предположение о возможности применения более экономичного и надежного в сравнении с существующими способами.

Достижение поставленной цели осуществляется через решение ряда задач: изучить свойства воды и устройство эталона температуры, рассмотреть текущие способы, провести эксперимент и апробацию.

В главе 1 рассматриваются понятия тройной точки воды – состояния, при котором вода может одновременно и равновесно существовать в виде трёх фаз — в твёрдой, жидкой и газообразной. Тройная точка воды имеет температуру 273,16 К (0,01 °С) и давление 611,7 Па, поэтому может использоваться в качестве реперной (то есть опорной), например, для калибровки приборов. Более того, с 1967 года и до изменения определений основных единиц СИ, вступившего в силу в 2019 году, на температуру тройной точки воды опиралось определение основной единицы температуры — кельвина. Анализируются условия необходимые для достижения одновременного сосуществование льда, водяного пара и жидкой воды, что возможно только в чистом веществе с полным отсутствием примесей.

В главе 2 рассматривается устройство эталона и существующие способы намораживания воды. Выделяются недостатки применяемых способов.

В главе 3 описывается разработанный новый способ наморозки, подготовка и проведение испытаний на опытных образцах и апробация на эталонной ампуле.

В ходе проведённого практического исследования гипотеза подтвердилась, предложенный способ наморозки обладает рядом преимуществ перед существующими и является более безопасным и менее дорогостоящим, поскольку не требует использования жидкого азота. Данный метод будет включён в разрабатываемые правила подготовки и содержания военных эталонов, модернизация которых проходит в настоящее время и по результатам государственных испытаний планируются к принятию в 2026 году.

Список литературы

1. Кириченко Н.А. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика . – М.: Физматкнига, 2019. – 176 с.
2. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. Учебное пособие. – М., «Логос», 2020
3. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология: учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 324 с.
4. Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. – М.: Физматлит МФТИ. Т 2, 2018. – 544 с
5. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Основы метрологии. М. Изд. стандартов, 1995. –279 с.

6. Лепявко А.П. Метрологические основа теплотехнических измерений. Учебное пособие. М. АСМС – 2021 – 180 с.
7. Мокроусов, В. Н., Лобко В. Н. Теоретические и экспериментальные аспекты обеспечения химических и химико-технологических процессов. Температура. Теория и метрология. Учебное пособие (электронное издание). Изд. Владимирского ГУ. Владимир. 2021.
8. Походун .А.И. Новая температурная шкала и проблема повышения точности теипературных измерений / Измерительная техника. – 1992. – N 5 – с.31-33
9. Пономарёв С.В., Мищенко С.В., Дивин А.Г. Теоретические и практические аспекты теплофизических измерений. Тамбов, изд. ТГТУ 2016 – кн.1 – 204 с.
10. Смородинсий Я.Х. Температура. 3-е изд. М. Бюро Квантум – 2017 – 176 с.(Б-ка Квант, вып. 103)