

В. Ю. Кондаков¹, В. С. Крылов^{1, 2}*

Разработка системы термостатирования помещений для высокоточных измерений линейных величин

¹Западно-Сибирский филиал ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», г. Новосибирск,

Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,

Российская Федерация

* e-mail: basnivova@mail.ru

Аннотация. Проверка средств измерений выполняется при нормальных условиях применения. Требования к таким условиям достаточно высокие. Температура окружающего воздуха – одно из наиболее весомых внешних влияющих воздействий на поверяемое средство измерений и на эталон. В статье описываются постановка задачи на разработку системы термостатирования помещения для выполнения поверочных работ.

Ключевые слова: поверка, средства измерений, термостатирование

V. Y. Kondakov¹, V. S. Krylov^{1, 2}*

Development of a Room Temperature Control System for High-Precision Measurements of Linear Quantities

¹West Siberian branch of the Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Research Institute of Physical and Technical and Radio Engineering Measurements», Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: basnivova@mail.ru

Abstract. The verification of measuring instruments is performed under normal conditions of use. The requirements for such conditions are quite high. The ambient air temperature is one of the most significant external influences on the verifiable measuring instrument and on the standard. The article describes the task of developing a room temperature control system for performing verification work.

Keywords: verification, measuring instruments, temperature control

Введение

При проведении поверочных и калибровочных работ предъявляется обязательное требование к температуре окружающего воздуха. Например, согласно [1, 2], при выполнении высокоточных измерений линейных величин необходимо поддерживать температуру окружающего воздуха 20 °С с минимальными отклонениями. Для поддержания температуры окружающего воздуха используются специальные помещения, изолированные от стен здания: «комната в комнате». В таких помещениях существенно снижены процессы передачи тепла к улич-

ному воздуху за счет промежуточного коридора. И в таких комнатах, преимущественно в летнее время, очень сложно добиться стабильного охлаждения. Системы кондиционирования не дают желаемый результат. В Западно-Сибирском филиале принято решение разработать систему для термостатирования таких помещений.

Текущее положение дел

В филиале используется вторичный эталон длины в специальной термостатированной комнате. Требования к температуре воздуха в этой комнате $\pm 0,1$ °С. Габариты этой комнаты сравнительно небольшие, и она расположена в подвальном помещении. Теплообмен в такой комнате не имеет большой мощности. Но в таких условиях удалось с помощью безынерционных сенсоров температуры создать нужное температурное поле. При калибровке и измерениях на вторичном эталоне отчетливо заметно было влияние температуры окружающего воздуха. Так что такие повышенные требования к влиянию температуры действительно актуальны, а не завышены. Однако, если колебания температуры можно зафиксировать и миниатюрными безынерционными сенсорами температуры, то получение реальной температуры без использования термометра сопротивления 1-го разряда оказалось затруднительно. Поэтому, вместе с сенсорами используется и эталонный термометр, имеющий привязку к температурной шкале с разрядом 1, и вторичный термоизмерительный прибор соответствующего класса точности. Как показали исследования, температура достаточно сильно влияет при выполнении измерений геометрических величин. Метрологам – специалистам в области геометрических измерений приходится осваивать области и других видов измерений, таких как температура, давление, влажность воздуха.

Обсуждение и реализация

Что касается передачи единицы величины длины менее точным эталонам (от второго разряда и менее точным), выполняемой во многих центрах метрологии и стандартизации, требования к температуре у них не менее жесткие: $\pm 0,3$ °С. И это создает отдельную, не менее сложную задачу по расчету и оснащению термостатированных комнат. В филиале на данный момент осуществляются работы по оснащению такой комнаты для Красноярского ЦСМ системой регулирования температуры в термокомнате для выполнения измерений на измерительной координатной машине. Суть работы заключается в создании регулируемой системы перемешивания воздуха в термокомнате. Внешний контур – коридор оснащается мощным промышленным кондиционером сплит исполнения. А термокомната оснащается системой вентиляции с канальными нагревателями, вентиляторами и воздушными душами. Главным элементом системы терморегулирования являются безынерционные сенсоры температуры и блок управления всеми исполнительными механизмами: клапанами, вентиляторами, канальными нагревателями. Как известно из открытых источников, а также по результатам исследования температурного поля в эталонных комнатах филиала: у пола температура ниже, чем у потолка, и градиент может достигать 2 °С. Цель термоста-

тирования комнаты – обеспечение минимального градиента температуры в месте измерения. Именно там и должны быть размещены безынерционные сенсоры температуры.

Хотя специальные помещения оснащены промышленными кондиционерами, они не обеспечивают поддержание температурного режима в рабочем объеме комнаты – в месте непосредственного выполнения измерений, потому что датчики температуры у таких кондиционеров и система регулирования воздушных потоков находятся, как правило, непосредственно в блоке кондиционера. А блок кондиционера устанавливается на стене или потолке. Вследствие того, что воздух является «хорошим» теплоизолятором, имеется значительный градиент по объему комнаты. Кроме того, имеющиеся у систем регулирования сенсоры имеют достаточно большую динамическую погрешность. Время реакции у сенсора на изменяющуюся температуру окружающего воздуха, зачастую, не соответствует быстрому изменению воздуха в потоке от систем кондиционирования. Поэтому использование безынерционных сенсоров температуры и правильное их размещение в месте выполнения измерений – это один из ключевых моментов для обеспечения прослеживаемости единицы длины от первичного эталона ко всем рабочим средствам измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МИ 1604-87. Меры длины концевые плоскопараллельные. Общие требования к методикам поверки.
2. МИ 2079–90. ГСИ. Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 3 и 4-го разрядов и рабочие классов точности 1–5 длиной до 100 мм. Методика поверки.
3. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М. : Наука, 1972. – 63 с.
4. Казаков В. Г., Громова Е. Н. Примеры расчетов систем вентиляции и кондиционирования : Сборник задач. – СПб: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019 г. – 80 с.
5. Петров И. Б., Лобанов А. И. Лекции по вычислительной математике: – М. : Лаборатория знаний, 2006. – 93 с.
6. Приказ Росстандарта от 29.12.2018 № 2840. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм.
7. Н. И. Стоянов. Теоретические основы создания микроклимата в помещении : Курс лекций. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2006. – 108 с.

© В. Ю. Кондаков, В. С. Крылов, 2024