

Кварцевый сенсор для измерения криогенных температур

ГОШЛЯ РОМАН ЮРЬЕВИЧ

Омский государственный технический университет (Омск), Россия

e-mail: lab_r@list.ru

КАРАГУСОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ

Омский государственный технический университет (Омск), Россия

Современное развитие криогенных технологий не возможно без разработки новых типов сенсоров для измерения криогенных температур. Основными критериями которых являются: повышение чувствительности и временной стабильности параметров сенсоров для измерения температур, что стимулирует разработку новых поколений сенсоров. При этом особое внимание необходимо уделять основным метрологическим, конструктивным и эксплуатационным характеристикам сенсоров, т.к. они являются основными элементами электронных блоков стабилизации температур. Таким образом, разработка новых конструкций и технологий изготовления термочувствительных элементов и устройств на их основе для использования при криогенных температурах является актуальной.

Термометр на основе пьезоэлектрического кварца использует зависимость изменения собственной резонансной частоты пьезоэлемента от температуры. Основное преимущество кварцевых термометров состоит в том, что в качестве чувствительного элемента применяется пьезорезонатор. Пьезоэлектрический резонатор представляет собой электромеханическую систему, в которой используется явление прямого и обратного пьезоэффекта, которая обычно выполнена в виде двухполюсника, объединяющего системы электрического возбуждения механических колебаний и съема электрического сигнала, пропорционально их амплитуде. В виду целого ряда свойств одним из самых распространенных пьезоэлектриков, применяемых в пьезоэлектрических резонаторах, является пьезокварц. Кварцевые резонаторы имеют высокую добротность 10^5 и более, кратковременную и долговременную стабильность 10^{-4} до 10^{-7} , практически отсутствует гистерезис при механических, температурных и электрических воздействиях.

Для исследования зависимости изменения резонансной частоты в области криогенных температур был, изготовлен кварцевый сенсор. Чувствительный элемент, которого выполнен из Y – среза кварца резонансной частотой 5 МГц, помещенный в стеклянную колбу и при давлении порядка $2 \cdot 10^{-5}$ мм.рт.ст. Датчик был помещен в криостат замкнутого цикла для исследований в вакууме CFSG-400-2HiVac.

Температура в криостате изменялась в диапазоне от плюс 100 С до минус 196 °С. Значение контролировалось при помощи платинового термометра сопротивления первого разряда марки ТСПН-1.

На рисунке 1 приведена экспериментальная и расчетная зависимости изменения резонансной частоты опытного образца резонатора от температуры в области криогенных температур.

Рисунок 1 – зависимость изменения резонансной частоты опытного образца кварцевого температурно-чувствительного элемента (— - экспериментальная зависимость; — - расчетная)