

УДК 681.7.069.24

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ VCSEL-ЛАЗЕРОВ В УСТАНОВКЕ ПО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ЯЧЕЕК КВАНТОВЫХ ДАТЧИКОВ

Власова М.А. (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»),

Чалков В.В., Шевченко А.Н. (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Научный руководитель – к.т.н. Безмен Г.В.

(АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

В работе предлагается использование вертикально-излучающего лазера в установке по контролю параметров газовых ячеек квантовых датчиков. Описывается математическая модель сигнала, получаемого на фотоприёмнике. Предложенная методика проверена на четырёх экспериментальных ячейках.

Введение. С каждым годом всё большее распространение получают квантовые датчики, принцип работы которых основан на взаимодействии света и вещества. Ключевым компонентом такого датчика является газовая ячейка, которую необходимо проверять на соответствие техническим требованиям с помощью специальной установки.

Основная часть. Наиболее эффективным способом контроля параметров газовых ячеек является получение линии поглощения щелочного металла. Данный способ обеспечивается проведением спектроскопического эксперимента. Для этого проверяемую ячейку просвечивают лазером на длине волны лазерного излучения в соответствующем диапазоне. На осциллографе получают оптический резонанс, ширина и сдвиг которого позволяют оценить качество изготовленных ячеек, а также давление буферного газа внутри них.

Центральным элементом такой установки для проверки ячеек квантовых датчиков является лазерный излучатель (ЛИ). Существуют ЛИ с внешним резонатором, в которых возможно изменение длины волны без изменения мощности. Однако, такие ЛИ достаточно дорогие. В работе предлагается использовать вертикально-излучающие лазеры (VCSEL-лазеры). Их особенность заключается в том, что длиной волны излучения можно управлять с помощью изменения температуры и силы подаваемого тока. В предлагаемой установке температура поддерживается постоянной, изменение длины волны производится путём модуляции силы тока накачки.

Температура в установке поддерживается с помощью системы термостабилизации. В этой системе реализовано два нагревательных элемента – постоянный для вывода лазерного излучателя на необходимый тепловой уровень и дополнительный, осуществляющий поддержание температуры в узком диапазоне с помощью пропорционально-интегрального регулятора. Таким образом, система способна компенсировать практически любые колебания температуры окружающей среды.

Чтобы разделить эффекты, вызванные модуляцией тока накачки лазера и резонансным поглощением света в ячейке, требуется расширенная математическая модель сигнала, получаемого на фотоприёмнике. Такая модель аппроксимирует экспериментальные данные и позволяет оценить качество изготовленной ячейки, а также давление буферного газа в её объёме.

Выводы. Описанная в докладе методика проверена на четырёх экспериментальных ячейках, изготовленных и заполненных на базе лаборатории АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». На вход лазерного излучателя подавался пилообразный сигнал. В каждой ячейке был получен оптический резонанс на длине волны в соответствующем диапазоне. По его ширине дана оценка качества изготовления, а также заполнения буферным газом экспериментальных ячеек.