

## СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ИНВАРИАНТНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ

В связи с ужесточением национальных и мировых требований к условиям сохранения продукции при морских перевозках все чаще возникают задачи непрерывного мониторинга параметров микроклимата в транспортных и складских помещениях. Кроме того, растёт актуальность организации распределённых измерений относительной влажности в сложных окружающих условиях [1].

В связи с этим перед судовладельцами, судостроительными и судоремонтными заводами, отраслевыми и контролирующими институтами встает вопрос об обеспечении квалифицированной оценки количественных показателей газовой среды в транспортных помещениях в процессе эксплуатации и, что особенно актуально, на стадии проектирования и при производстве работ по глубокой модернизации специализированных судов.

В тоже время, анализ существующих устройств контроля влажности показал, что большинство используемых гигрометров не позволяют реализовать эффективный мониторинг уровня влажности контролируемых газовых сред [2, 3].

Для выявления причин возникшего дисбаланса в задачах контроля газовой среды были рассмотрены конструкции наиболее распространенных типов гигрометров.

Модель зеркального гигрометра, используемая с 2009 года, включает генератор света для формирования светового потока и два зеркала (рис. 1) [4].

Одно зеркало оборудовано системой охлаждения с термометром для охлаждения его поверхности в процессе определения значения точки росы. Температура другого зеркала поддерживается стабильной и равной температуре слоев, окружающих его, атмосферы. Световой поток после плосковыпуклой линзы взаимодействует с делителем с возможностью расщепления на два луча равной интенсивности. На пути отраженных от поверхности зеркал световых потоков установлены последовательно плосковыпуклые линзы и фотодетекторы.

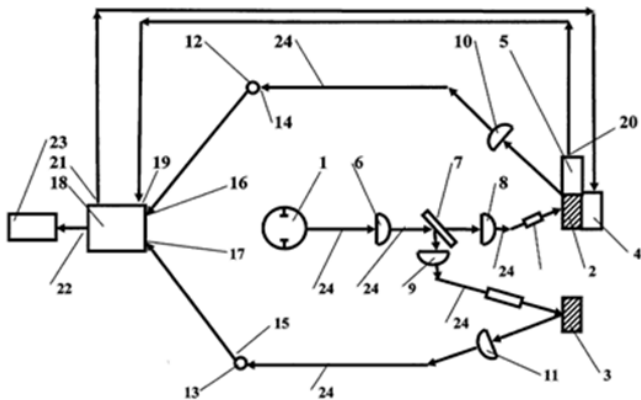


Рис. 1. Зеркальный гигрометр: 1 – источник излучения; 2, 3 – зеркала; 4 – система охлаждения; 5 – термометр; 6, 8, 10, 11 – плосковыгнутая линза; 7 – делитель; 9 – стержневая линза; 12, 13 – фотодетекторы; 18 – блок обработки информации; 23 – информационное табло; 24 – световоды

Использование в конструкции устройства зеркал, линз и системы охлаждения привело к:

- недостаточной чувствительности и повышенному времени реакции в заданном диапазоне;

- необходимости обработки и поддержания в эксплуатации контактной поверхности зеркал с чрезвычайно высоким качеством для избежания создания условий для появления паразитной модуляции;

- необходимости наличия сложной системы компенсации нарушения геометрии расположения зеркал вследствие теплового расширения ее элементов;

- невозможности контроля взрывоопасных сред из-за наличия электрического питания системы охлаждения.

Оптический гигрометр более простой конструкции содержит корпус, расположенные на одной оси источник и приемник световых лучей, между которыми установлено плоское оптически прозрачное конденсационное зеркало, датчик температуры и охлаждающее устройство (рис. 2) [5].

Наличие свободных и незащищенных оптических поверхностей существенно влияет на достоверность результатов измерений и время эксплуатации датчика.

В меньшей степени эксплуатационные факторы влияют на метрологические характеристики волоконно-оптического гигрометра [6]. В устройстве (рис. 3) влагучувствительный блок выполнен в виде двух

световодов, боковые матированные поверхности которых покрыты влагочувствительным слоем.

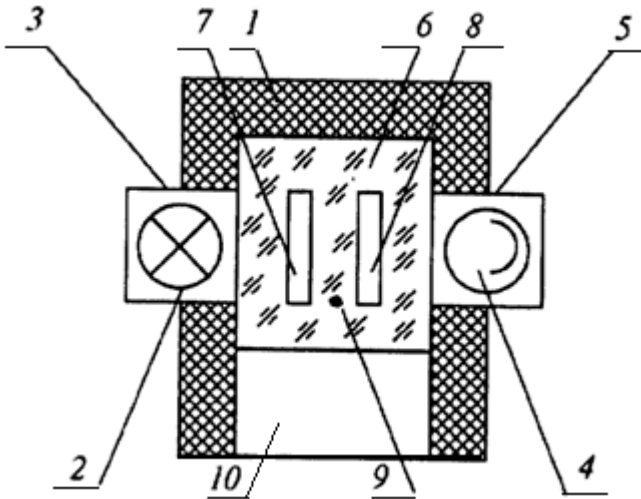


Рис. 2. Оптический гигрометр: 1 – корпус; 2 – источник излучения; 3 – обойма; 4 – фотоприемник; 5 – обойма; 6 – конденсационное зеркало; 7, 8 – сквозные каналы; 9 – датчик температуры; 10 – охлаждающее устройство

Свет от источника излучения по входному световоду проходит через верхние торцы в выходные световоды. Часть светового пучка испытывает в световодах необходимое количество отражений от боковых поверхностей, которое определяется заданной чувствительностью измерений. По выходным световодам световой поток попадает на фотоприемные модули и блок обработки информации.

Использование оптического волокна гарантирует инвариантность ко многим дестабилизирующим факторам. Однако характеристики измерителя существенно ограничивают:

- наличие незащищенных торцовых поверхностей входного и выходных световодов;

- необходимость постоянной коррекции неидентичности параметров выходных световодов в начальный период применения прибора, и вызванную этим разную скорость деградационных процессов при дальнейшей эксплуатации;

- невозможность компенсации влияния изменений температуры на элементы измерительного преобразователя.

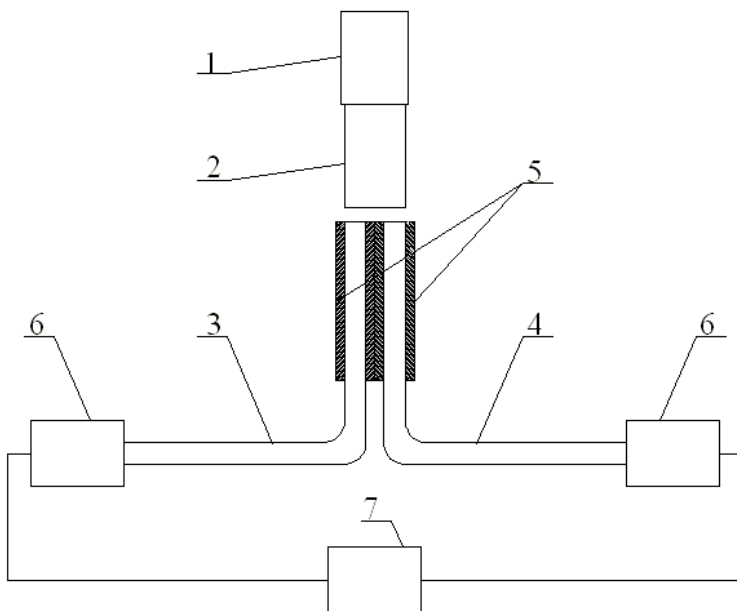


Рис. 3. Волоконно-оптический гигрометр: 1 – источник излучения; 2 – входной световод; 3, 4 – выходные световоды; 5 – влагочувствительный слой; 6 – фотоприемные модули; 7 – блок обработки информации

В сложившихся реалиях представилась целесообразной разработка нового схемотехнического решения датчика влажности. Новый датчик позиционировался как средство контроля газовых сред, инвариантное к дестабилизирующим факторам. Одновременно предполагалось, что конструктивное исполнение датчика обеспечит высокий уровень чувствительности и быстродействия, простоту конструкции и взрывобезопасность при эксплуатации.

Для решения поставленной задачи на рис. 4 предлагается схема датчика влажности.

Основой волоконно-оптического гигрометра является пластина из кварцевого стекла к которой приваренный отрезок перфорированной стеклянной трубки. На основе образован отражающий слой, скрепленный с первым прямым участком основного световода. Между основной и вторым спиральным участком основного световода расположен блок гигроскопического материала. На втором прямом участке основного световода, который зафиксирован в заглушке, прикреплена биметаллическая пластинка.

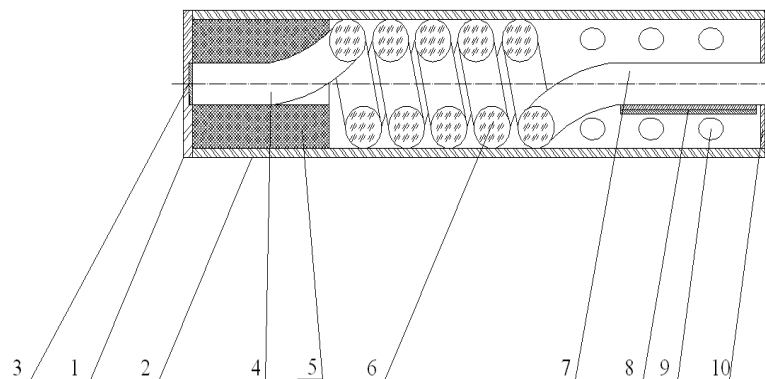


Рис. 4. Волоконно-оптический гигрометр: 1 – основа, 2 – стеклянная трубка, 3 – отражающий слой, 4 – первый прямой участок основного световода, 5 – блок из гигроскопического материала, 6 – спиральный участок основного световода, 7 – второй прямой участок основного световода, 8 – биметаллическая пластина, 9 – отверстия перфорации, 10 – заглушка

При изменении влажности контролируемой газовой среды происходит изменение объема блока из гигроскопического материала. Вследствие чего происходит изменение линейных размеров, как блока, так и спирального участка основного световода. Таким образом, в основном световоде осуществляется нарушение условий полного внутреннего отражения света. Нарушение условий распространения света в основном световоде находит свое отображение в изменении величины интенсивности светового излучения. Величина зарегистрированного излучения является пропорциональной величине контролируемой влажности. При изменении температуры контролируемой среды необходимая коррекция показателей прибора происходит по помощи биметаллической пластины. Изменение геометрии пластины вызывает изменение геометрии второго прямого участка основного световода. Это приводит к компенсации потерь мощности оптического излучения, вызванных тепловым расширением элементов гигрометра.

Предложенная конструкция отличается тем, что для передачи и приема светового излучения применен единый световод без свободных оптических поверхностей, отсутствует электрическое питание элементов прибора и для компенсации влияния температуры окружающей среды применена биметаллическая пластина [7].

Таким образом, в гигрометре предлагаемой конструкции комбина-

ция оптических элементов обеспечит:

более адекватное преобразование параметров газовой среды в изменение информационного сигнала;

компенсацию влияния дестабилизирующих факторов на измерительный канал гигрометра;

повышение качества работы за счет использования материалов с близким коэффициентом теплового распространения и выбора рациональной схемы модуляции опорного излучения.

Использование газоаналитического датчика позволит адекватно и достоверно оценивать количественные показатели влажности в контролируемых грузовых помещениях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дикевич, А.А. Разработка и исследование волоконно-оптических датчиков влажности: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.27.06 / Моск. гос. ин-т. эл. техники – М., 2009. – 23 с.

2. Аш, Ж. Датчики измерительных систем: в 2 книгах. Кн.2. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 424 с.

3. Удд, Э. Волоконно-оптические датчики. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.

4. Пат. 2408874 С1 Российская Федерация, МПК G01N25/66 (2006.01). Низкотемпературный гигрометр/ В.А. Матвеев, О.Ф. Орлов, В.И. Берг; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Конструкторское бюро общего машиностроения имени В.П. Бармина". №: 2009132613/28; заявл. 31.08.2009.

5. Пат. 2333478 С2 Российская Федерация, МПК G01N25/66 (2006.01), G01W1/11 (2006.01). Гигрометр/ Ю.Г. Володин, Г.Н. Халтурин; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана". №: 2006134051/28; заявл. 10.04.2008.

6. Румянцев, К.Е. Волоконно-оптическая сенсорика. – Таганрог: ТРТУ, 1996. – 108 с.

7. Декларацийний патент України на корисну модель № 31701, МПК (2006) G02B 6/00. Волоконно-оптичний з'єднувач/А.К. Сандлер; заявник та володар патенту Сандлер А.К. – заявл. 27.09.2007. // Опубл. 25.04.2008, бюл. № 8.