

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Е.В. Дрозд, А.К. Сандлер
Одесская национальная морская академия

Рассматривается применение волоконно-оптического датчика давления в современных информационно-измерительных системах.

ВВЕДЕНИЕ

Давление является одним из важнейших параметров, контролируемых в системах топливо- и маслоснабжения энергетических установок. Потребность в приборах измерения давления постоянно возрастает и одновременно требует развития их функциональных возможностей и, прежде всего, повышения точности. Это достигается применением новых конструкций измерительных преобразователей, схемотехнических решений, а также средств современной цифровой электроники и алгоритмических методов коррекции погрешностей. Вопросы повышения точности измерений, повышения долговременной стабильности метрологических характеристик, расширения функциональных возможностей преобразователей и снижения себестоимости являются закономерными в постоянном эволюционном процессе развития и совершенствования средств измерений [1, 2].

Именно поэтому для создания информационно-измерительных систем (ИИС) нового поколения широко используются измерительные устройства на основе волоконно-оптических технологий.

Целью работы является обоснование возможности использования волоконно-оптического датчика давления в создаваемых информационно-измерительных системах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В настоящее время ведутся работы по созданию волоконно-оптических датчиков (ВОД) в интересах энергетики по двум направлениям: первое – для решения задач измерений и контроля в условиях, когда традиционные средства измерений оказываются технически нереализуемыми (взрывоопасные и агрессивные среды; высокие уровни электромагнитных и термических полей; необходимость гальванической развязки датчика, находящегося под высоким потенциалом); второе — для создания средств измерений, обеспечивающих более эффективное решение, нежели традиционные средства при равных условиях окружающей среды [3, 4, 5].

В отечественной и зарубежной науке и технике разработано к настоящему времени множество принципов построения различных конструктивных реализаций ВОД.

Так, в состав известного ВОД давления амплитудного типа входят призма, мембрана из силиконового материала и волоконные световоды [3].

В условиях энергетической установки недостатками устройства, что обусловлено модуляцией светового излучения при использовании материала на основе силикона, являются:

- невозможность измерения давления в системах топливо- и маслоснабжения;
- необходимость нарушения геометрии трубопроводов среднего и высокого давления для построения датчика;
- наличие элементов, выполненных из материалов с коэффициентами теплового расширения, которые отличаются один от другого;
- зависимость упругости силиконовой мембраны от температуры окружающей среды, давление которой измеряется.

Наиболее близким по технической сути и достижимому результату есть поляризационный оптический датчик давления, который включает металлическую цилиндрическую основу и отрезок волоконного световода, намотанного на основу в виде многовитковой катушки [4, 5, 6].

Недостатками устройства, обусловленными выполнением сенсорного элемента в виде катушки, выступают:

- наличие температурной зависимости геометрических параметров световодной катушки, что приводит к искажению результатов измерений;
- необходимость чрезвычайно высокого качества обработки контактной поверхности основы для избежания условий появления паразитирующей модуляции;
- необходимость применения дополнительного защитного покрытия датчика снаружи.

На основе вышеизложенного выкристаллизовывается задача создания волоконно-оптического датчика давления, в котором применялись бы элементы, выполненные из однородных материалов, отсутствовала необходимость корригирования температурных отклонений при нарушении геометрии чувствительных элементов и одновременно сохранялся высокий уровень чувствительности амплитудных отклонений и рабочего диапазона поляризационных ВОД давления.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Поставленная задача решается таким образом, что волоконно-оптический датчик давления (рис.1), состоящий из цилиндрической вставки в трубопровод с вводом и выводом для световодов, тороидального сенсорного элемента из кварцевого стекла с нанесенным на поверхность отражающим шаром, излучающего и принимающего световодов отличается тем, что сенсорный элемент вмонтирован в фрагмент трубопровода без нарушения геометрии его проходного сечения.

Технический эффект достигается благодаря тому, что комбинация элементов обеспечивает:

- повышение качества функционирования за счет расположения сенсорного элемента непосредственно в потоке рабочей среды, давление которой измеряется;
- применение материалов с такими же прочностными характеристиками, что и материал трубопроводов;
- возможность избежания измерения за счет отказа от использования кабеля электрического питания электродинамических датчиков давления или длинных ответвлений трубопроводов до манометров традиционной конструкции;

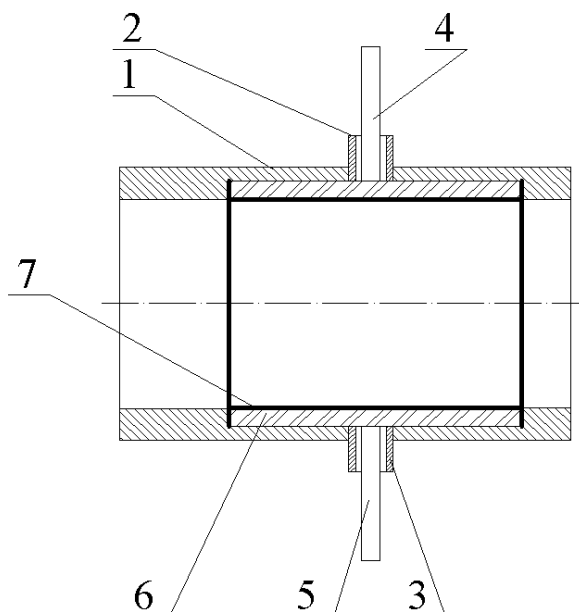


Рис.1. Волоконно-оптический датчик давления (разрез в диаметральной плоскости): 1 – цилиндрическая вставка, 2 – ввод, 3 – вывод; 4 – излучающий световод; 5 – принимающий световод, 6 – сенсорный элемент, 7 – отражающий шар.

- возможность использования волоконно-оптических линий в качестве информационного канала и создание на их базе развернутых систем;
- высокую надежность и ресурс (более 10000 г);
- искровзрывобезопасность;
- отсутствие излучающих магнитных полей;
- малую массу и габариты.

Смысл поясняется на (рис.1), где изображены цилиндрическая вставка 1 с вводом 2 и выводом 3 для излучающего 4 и принимающего световода 5, тороидальный сенсорный элемент 6, с отражающим шаром 7 из сапфирового стекла, и изготовленный из кварцевого стекла, которое изменяет свои качества под давлением, что приводит к нарушению условий полного внутреннего отражения света в сенсорном элементе и модуляции интенсивности светового потока в нем пропорционально величине давления, которое, после отражения излучения от отражающего шара, поступает к принимающему световоду.

При появлении изменений величины давления происходят нарушения условий полного внутреннего отражения света, который возникает как отклик на изменения показателя преломления сенсорного световода. Нарушение условий полного отражения света в сенсорном элементе находит свое отображение в изменении величины интенсивности светового излучения.

ВЫВОДЫ

Для осуществления поставленной задачи использован сложный световод, в котором роль управляемого световода выполняет тороидальный сенсорный элемент. Под влиянием давления изменяется показатель преломления сенсорного элемента, что в свою очередь вызывает изменение условий связи излучающего и принимающего световодов. Таким образом, сенсорный элемент будет использоваться в качестве оптического затвора, пропускная способность которого будет пропорциональна величине давления, то есть соотношению интенсивности излучения, которое пришло к сенсорному элементу и того, что пришло к принимающему световоду, и будет также пропорциональна величине измеряемого излучаемого давления. Такие подходы к конструкции дают возможность их реализации в структуре волоконно-оптического датчика давления с применением в создаваемых новых информационно-измерительных системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камкин, С.В., Возницкий, И.В., Шмелев, В.П. Эксплуатация судовых дизелей. - М.: Транспорт, 1990. - 344 с.
2. Большаков, В.Ф., Гинзбург, Л.Г. Подготовка топлив и масел в судовых дизельных установках. – Л.: Судостроение, 1978. – 151 с.
3. Бусурин, В.И., Носов, Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
4. Красюк, Б.А., Семенов, О.Г., Шереметьев, А.Г. Световодные датчики. - М.: Машиностроение, 1990. – 254 с.
5. Гуляев, Ю.В., Меш, М.Я., Проклов, В.В. Модуляционные эффекты в волоконных световодах и их применение. – М.: Радио и связь, 1991. – 150 с.
6. Бусурин В.И., Лярский, В.Ф., Садовников, В.И., Удалов, Н.П. Оптоэлектронные преобразователи на основе управляемых световодных структур. - М.: Радио и связь, 1984. – с. 228.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Е.В. Дрозд, А.К. Сандлер

Резюме

Розглядається використання волоконно-оптичного датчика тиску у сучасних інформаційно-вимірювальних системах.

PRESSURE FIBRE - OPTICAL DETECTOR

H. Drozd, A.Sandler

Summary

The application of the pressure fibre-optical detector in modern information-measuring systems is considered.