

**Магистрант ФАТ Н.Н.Ахмаджанов,
научный руководитель проф. М.И.Ибадуллаев, ТашГТУ**

Разработка датчика уровня топлива на основе оптоволоконных элементов

Рассматриваются преимущества волоконно-оптических кабелей они могут применяться на летательных аппаратах в качестве чувствительных элементов нового поколения интеллектуальных информационно-измерительных приборов и системах.

В статье представлена разработка нового датчика уровня топлива для воздушных судов на основе оптико-волоконных элементов. Показаны его преимущества перед существующими электрическими датчиками, основным из которых является простота конструкции, взрывобезопасность, высокая точность измерения и надежность.

Hozirgi kunda optik tolali kabellarning yuqori sezgirlikka ega ekanligi, samaradorligi informatsiya uzatishda tezkorligi, yangi rusumdagi o'lchov asboblari va qurilmalar paydo bo'lishi aviatsiya sohasiga ham keng tatbiq etilmoqda.

Maqolada optik tolali elementlardan tuzilgan datchik yordamida havo kemalarining yoqilg'i sathini o'lchashda foydalanish yaxshi samara berishi ta'kidlangan, hamda ushbu qurilmaning afzallik tomonlari ko'rsatilgan.

Due to the exceptional advantages of fiber optic cables, they can be used on aircraft as sensitive elements of a new generation of intelligent information-measuring instruments and systems.

The article proposes the development of a new fuel level sensor for aircraft based on fiber optic elements.

Its advantages over existing electric sensors are considered, the main of which is simplicity of design, explosion safety, high accuracy of measurement and reliability.

Оптическое волокно широко применяется в различных отраслях науки и техники. В последние годы, вследствие общей тенденции развития техники, возникла необходимость в создании новейшей техники для передачи данных. Новейшим и качественным источником передачи данных является оптическое волокно (ОВ). Оптическое волокно-кварцевое, стеклянное или полимерное волокно, предназначенное для передачи света на расстояние. В качестве световодов могут использоваться также трубки с зеркальным внутренним покрытием. Нити из оптически прозрачного материала используются для передачи информации световыми импульсами с использованием эффекта полного внутреннего отражения. Оптические волокна используются в сетях передачи данных вместо металлических проводов, т.к. сигналы проходят по ним с меньшими потерями, и они совершенно не подвержены действию внешних электромагнитных излучений; оптические волокна имеют меньший вес и стоимость в эквивалентном информационном применении [1,2,3].

В настоящее время рынок контрольно-испытательного оборудования для волоконно-оптических кабелей, используемых в системах авионики по оценке компании IGI, всё ещё находится на стадии развития. Оборудование, разработанное для телекоммуникационной области, в основном, одномодовое, используется в военном и авиационно-космическом секторах, где большинство систем многомодовые. Серьёзными проблемами являются специфические условия эксплуатации обслуживания волоконно-оптических систем в военной авионике. Эти системы применяются для различных целей, включая защиту от самонаводящихся ракет.

При измерении количества топлива по высоте его уровня относительно дна бака, в воздушных судах применяются электроемкостные датчики с коаксиальным расположением труб.

В настоящее время современные и перспективные разработки в авиационной, ракетно-космической и других отраслях техники нуждаются в определенной номенклатуре датчиков для систем контроля, диагностики, управления, к которым предъявляют повышенные требования, в первую очередь, работоспособность в жестких условиях эксплуатации и обеспечение безопасности. Особенно это актуально при измерении уровня взрывоопасных жидкостей. Существующие датчики и системы измерения уровня топлива, основанные на таких физических принципах, как емкостный, индуктивный и др., требуют в конструкции изделия дополнительных систем и контуров защиты от случайного проскакивания искры, т.к. преобразования измерительной информации используют электрические сигналы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению массы авиационной, ракетной и другой техники. Авиационной отрасли стоит задача в создании системы измерения уровня жидкости, отвечающей вышеупомянутым требованиям и исключающая недостатки существующих средств измерения уровня жидкости.

В работе описан волоконно-оптический сигнализатор уровня жидкости, который частично решает поставленную задачу. Недостатком данного сигнализатора является то, что датчик необходимо выполнять определенного размера в соответствии бакам с топливом.

В основу создания волоконно-оптического уровнемера топлива входили свойства волоконной оптики и оптоэлектроники.

Принципиальная и конструктивная схемы волоконно-оптических уровнемеров соответственно предоставлены на рис.1 и рис.2.

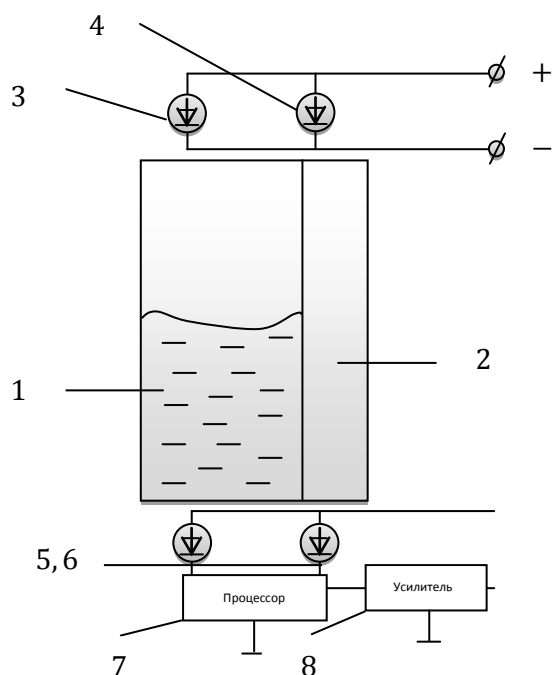
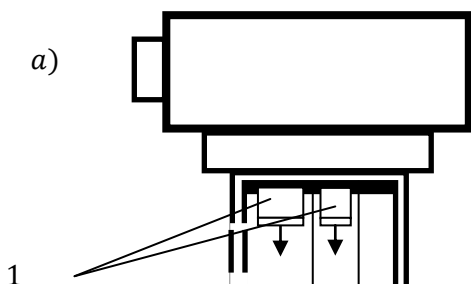


Рис.1. Принципиальная схема волоконно-оптических уровнемеров: 1-жидкость (керосин); 2-оптоволоконный кабель; 3,4-светодиоды 1 и 2; 5,6-фотодиоды 1 и 2; 7-микропроцессор; 8-усилитель



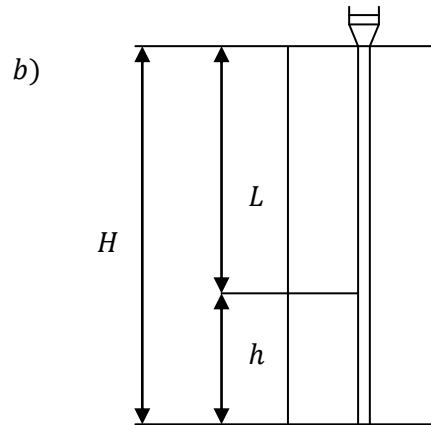


Рис.2. Конструктивная схема волоконно-оптических уровнемеров: а) 1-светодиод (светодиод), 2-фотоприемник, 3-волновод (оптоволокно), 4-кабелепровод, 5-сосуд с жидкостью, б) H –общая высота, h –высота жидкости, L –расстояние от торца до жидкости

–Два светодиода используются для выдачи импульса света, первый проходит через оптоволоконный кабель, а второй-через жидкость. Импульсы света, проходя через среды, будут приходить на фотодиоды. Из законов физики известно, что скорость света в жидкости меньше, чем в воздухе или в вакууме. Учитывая вышеизложенное, будет получаться разность во времени прохождения импульсов света. Время прохождения импульса света по оптоволокну постоянное, а время импульса, проходящего через сосуд с топливом меняется в зависимости от уровня топлива.

Импульс света по волноводу проходит с постоянной скоростью V , и время t прохождения импульса всегда постоянное. А скорость прохождения импульса в сосуде с жидкостью меняется в зависимости от наполненности сосуда, и от этого меняется и время.

Значение уровня топлива в баке будет определяться из расчета разницы прохождения импульса света по волноводу и в сосуде с топливом.

Скорость в жидкости (керосине) в 1,3 раза меньше, чем по волноводу (оптоволокну).

Время прохождения импульса по оптоволокну будет определяться по формуле:

$$t_b = \frac{H}{V}$$

А время прохождения импульса света в сосуде с жидкостью будет определяться как:

$$t_c = t_1 + t_2 = \frac{L}{V} + \frac{3h}{V},$$

где t_1 –время прохождения света в воздухе, t_2 –время прохождения света в жидкости. И далее через специальное вычислительное устройство (микропроцессор

или т.п.) с готовой заложеной в него программой будет определяться уровень топлива из разности времени прохождения импульса.

$$t_b - t_c$$

Предлагаемый уровнемер с использованием волоконно-оптических элементов реализует контроль уровня в требуемых точках емкостей, работоспособен в жестких условиях, обладает малым весом, значительным сроком службы, поскольку в качестве передающей среды используется световой поток, по этой же причине он является абсолютно искро-взрыво-пожаробезопасным, и не требует сложных технологических и измерительных операций при изготовлении.

Основные достоинства оптического измерения уровня:

- точность;
- применимость для загрязнённых жидкостей;
- реализация метода не предполагает использования подвижных механизмов;
- оборудование не нуждается в сложном техническом обслуживании.

Недостатки:

- движение жидкости приводит к ошибкам измерения;
- изменение плотности жидкости может быть причиной ошибки измерения.

Выводы:

Волоконно-оптические системы, в силу миниатюрности, легкости и гибкости своих чувствительных элементов и простоты их оптического мультиплексирования, позволяют строить распределенные многодатчиковые сетевые системы.

Применение волоконно-оптических датчиков и измерительных систем позволяет при ограниченных инвестиционных возможностях избирать рациональную стратегию и приборно-технологический обеспечить должную эффективность и качество контроля и управления в агрессивных, радиационных, экстремальных, взрывопожароопасных условиях.

Таким образом, применение устройства в воздушных судах позволяет повысить надежность, точность измерений топлива и увеличить безопасность эксплуатации.

Литература

1. Бусурин В.И., Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения.- М.: Энергоатомиздат, 2010. -256 с.
2. Окоси Т., Окамото К., Оцу М. и др. Волоконно-оптические датчики –Москва: Энергоатомиздат 2017. -256 с.
- 3.Кульгин Ю.Н. Распределенные волоконно-оптические датчики и измерительные сети – М:Физматлит, 2016. -272 с.
- 4.Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы //Сборник статей под ред. С.А.Дмитриева.-Москва: Издательство: Connect, 2016. -376 с.
5. <http://traditio.ru/>
6. <http://www.vfd.com/>

Optik-tolali elementlar asosida yoqilg'i darajasi sensori ishlab chiqish

Development of a fuel level sensor based on fiber optic elements

