

ДИСКРЕТНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ БОРТОВОЙ ДАТЧИК-СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ МАСЛА НА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОНТАКТАХ

В.В. Зайцев, к.т.н.

196084, г. Санкт-Петербург, ул. Варшавская, дом 5а, ОАО «Техприбор»

Рассмотрены физические принципы создания современных авиационных бортовых датчиков-сигнализаторов уровня масла. Применение в отечественной и зарубежной практике дискретных адаптивных датчиков-сигнализаторов уровня масла на малогабаритных магнитоуправляемых контактах обусловлено удобством обработки их выходного сигнала. Обращено внимание на необходимость увеличения верхнего рабочего температурного диапазона герконов до 200 °С.

The present article covers physical principles for creating a modern aircraft reed type oil level switch. The discrete adaptive oil level switches featuring miniature reed contacts are popular in national and international applications due to the fact that they allow for convenient output signal processing. Also, the article covers a need in increasing an upper limit of operating temperature range of reed contacts up to 200 °C.

Одним из направлений повышения энергоэффективности силовых установок летательных аппаратов является оптимизация их режимов работы с приближением к критическим значениям числа оборотов турбины, температуры и давления рабочей среды. В связи с этим возрастают требования и к маслосистеме этих установок. По авиационным правилам в маслобаках, установленных непосредственно на силовых установках, должны быть предусмотрены средства измерения уровня и контроля критических значений уровня масла. Причем в зависимости от типа летательного аппарата режимы контроля могут варьироваться: для объектов специального назначения – только в периоды предполетной и послеполетной подготовки, для гражданских объектов – дополнительно, непосредственно в полете. Как правило, форма маслобака не каноническая, градуировочная характеристика нелинейна, требования к габаритно-массовым и метрологическим характеристикам преобразователей уровня масла максимально жесткие. В мировой практике такие преобразователи уровня реализуются, в основном, с использованием двух физических методов: электроемкостного и поплавкового. Виды исполнений преобразователей, их функциональное назначение и основные технические требования представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Электроемкостный датчик преобразует контролируемый уровень в электрическую емкость, конструктивно выполняется в виде вертикально установленных с гарантированным зазором двух коаксиальных труб разного диаметра, образующих обкладки электрического конденсатора. Пространство между наружной поверхностью внутренней трубы и внутренней поверхностью наружной трубы образует рабочий зазор датчика. При этом конструкция датчика реализована во фланцевом исполнении для установки датчика на плоскую горизонтальную верхнюю или нижнюю стенку бака. Детекторный электроемкостный датчик содержит в своем составе полупроводниковые элементы – диоды. В нем осуществляется преобразование контролируемого уровня в электрический ток. Наличие в конструкции электроемкостного датчика конструктивно обособленного электроемкостного датчика-компенсатора позволяет обеспечить инвариантность выходного сигнала к изменению диэлектрической проницаемости различных сортов масел.

Таблица 1

Основные технические требования

№ п/п	Метод преобразования	Тип преобразователя уровня	Функциональное назначение			Погрешность		ВВФ- ГОСТ 15150, «Мороз 6», КТ 160 D		Назначенный ресурс (по техническому состоянию), лет/ч	Конструктивные особенности
			формирование разовых команд	непрерывное измерение и формирование разовых команд	дискретно- непрерывное измерение и формирование разовых команд	преобразования уровня в норм. условиях/в условиях, отличных от нормальных, %	формирования разовых команд, мм	механические воздействия	температура рабочей среды, °C		
	Электроем- костный (электроем- костный детекторный)	Электроемкостный с использованием коаксиальных труб и с электроемкостным датчиком- компенсатором	-	+	-	$\pm 4,0 / \pm 6,0$	$\pm 5,0 / \pm 8,0$	Синусоидальная вибрация 2000 Гц, 20 g	Минус 60....165°C	30/80000	Фланцевый, монтаж на верхнюю или нижнюю стенки бака
	Поплавковый	С поворотным поплавком с использованием герконов (однопозиционный)	+	-	-	-	$\pm 3,0 / \pm 6,0$		Минус 60....125°C		Фланцевый, монтаж на вертикальную стенку бака
		С вертикальным движением поплавка с использованием герконов (одно- и многопозиционный)	+	-	-	-	$\pm 4,0 / \pm 8,0$		Минус 60....125°C		Фланцевый, монтаж на верхнюю или нижнюю стенки бака
		Рычажно- поплавковый потенциометри- ческий	-	+	-	$\pm 4,0 / \pm 6,0$	$\pm 6,0 / \pm 8,0$		Минус 60....165°C		Фланцевый, монтаж на вертикальную стенку бака
		Дискретно- непрерывный потенциометричес- кий с использо- ванием герконов	-	-	+	$\pm 2,0 / \pm 3,5$	$\pm 4,0 / \pm 7,0$		Минус 60....200°C		Фланцевый, монтаж на верхнюю или нижнюю стенки бака



Рис. 1. Виды исполнения преобразователей уровня масла

Адаптивность градуировочной характеристики датчика к градуировочной характеристике бака достигается параметрическим профилированием (с кратностью до трех) – кусочно-линейным изменением диаметра внутренней трубы датчика на участках аппроксимации.

Поплавковые датчики-сигнализаторы, реализованные на герконах МУК1А-1 и МКА-07101 (однопозиционные и многопозиционные, с поворотным поплавком, с вертикальным линейным движением поплавка), формируют электрический сигнал при достижении поплавком дискретных заданных значений контролируемого уровня. Виды сигналов – разовая команда по ГОСТ 18977-79: наличие сигнала – замыкание на корпус или «+27 В», отсутствие сигнала – разрыв.

Поплавковые потенциометрические датчики предназначены для преобразования уровня контролируемой среды в отношение электрических сопротивлений и формирования разовых команд о достижении контролируемой средой нескольких заданных значений уровня. В рычажно-поплавковых датчиках метод преобразования основан на изменении электрического сопротивления проволочного потенциометра при изменении положения в контролируемой среде механически связанного с движком потенциометра поплавка.

В дискретно-непрерывных поплавковых датчиках метод преобразования основан на коммутации последовательно включенных резисторов контактами герконов под действием магнитного поля постоянных магнитов, размещенных в поплавке. Конструкция таких датчиков приведена в [1, 2]. Адаптивность градуировочной характеристики рычажно-поплавковых потенциометрических датчиков к градуировочной характеристике бака достигается параметрическим профилированием каркаса потенциометра, адаптивность дискретно-непрерывных датчиков – изменением шага расстановки герконов и изменением номиналов резисторов.

Широкое применение дискретно-непрерывных поплавковых датчиков обусловлено относительной простотой их конструкции и удобством обработки выходных сигналов. Их функциональные возможности и эксплуатационные характеристики отвечают современным тактико-техническим требованиям маслосистем силовых установок.

Мировым лидером в разработке и производстве подобных датчиков является фирма АМТЕК (США). Разработанные ею дискретно-непрерывные бортовые датчики-сигнализаторы уровня масла на магнитоуправляемых контактах установлены на самолетах типа Boeing-767, -777, -787, А-320, -330, -380. Отличительной особенностью этих датчиков в сравнении с отечественными разработками является достижение широкого рабочего температурного диапазона. Для рабочей среды – от минус 57 до 193 °С, для окружающей среды – от минус 65 до 232 °С. При этом достигнуты сравнительно небольшие массогабаритные показатели. Значение дискретности составляет 6-8 мм. Требуемое значение дискретности в аналогичных отечественных датчиках достигается при применении замыкающего геркона разработки ОАО «РЗМКП» МКА-07101В:05 ЯВАФ.685191.004 ТУ, поставляемого ОАО «Техприбор» в вариантном исполнении по чувствительности: МДС срабатывания 12-15 А и 15-20 А, $K_v=0,75-0,85$. Однако диапазон рабочих температур этого геркона не позволяет создать отечественный конкурентно привлекательный датчик. В рассматриваемом дискретно-непрерывном авиационном бортовом датчике-сигнализаторе уровня масла на магнитоуправляемых контактах исполнительный элемент – геркон, являющийся датчикообразующим элементом, параметры которого определяют эксплуатационные характеристики датчика. Как в конструкции ранее разработанных датчиков, так и в настоящих разработках, например, для среднемагистрального самолета МС-21, ОАО «Техприбор» вынужден использовать двадцатимиллиметровые герконы МУК1А-1, согласованные протоколом

применения на температуру до 200 °С. Это в конечном итоге приводит к увеличению массогабаритных показателей по сравнению с зарубежными аналогами.

Данное сообщение является попыткой постановки задачи перед разработчиком герконов для нахождения возможного приемлемого решения повышения верхнего рабочего температурного диапазона малогабаритных герконов типа МКА-07101 до 200 °С.

Литература

1. Зайцев В.В. Применение герконов в датчиках-сигнализаторах жидких сред // Сборник трудов первой Международной научно-практической конференции «Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе», 11-14 октября 2005 г. / Под ред. д.т.н. С.М. Карабанова – Рязань: Изд. Поверенный, 2006, - с.146.
2. Зайцев В.В. Опыт использования герконов МКА-07101 в дискретных бортовых преобразователях уровня авиажидкостей // Сборник трудов второй Международной научно-практической конференции «Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе», 1-3 октября 2008 г. / Под. ред. д.т.н. С.М. Карабанова – Рязань: Изд. ООО «Полиграф», 2009, - с.57.