

## ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

Баранов В.В., Батурля И.В., Кузьмич А.И., Петрович В.А., Серенков В.Ю., Шахлевич Г.М.  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Минск, Республика Беларусь

Методы диагностирования состояния силовых агрегатов по параметрам используемых масел базируется на том, что масла являются неотъемлемым компонентом узлов трения. Это обуславливает актуальность задачи разработки конструкции датчиков, способных контролировать эксплуатационные параметры жидких сред (масел) по зависящим от них электрофизическим характеристикам.

В настоящее время базовым подходом к созданию датчиков контроля характеристик жидких диэлектриков, в том числе масел, является использование емкостных ячеек, которые позволяют на различных частотах зондирующего сигнала получать отклик, содержащий конкретную информацию о диэлектрических потерях.

В качестве контролируемого параметра масел в настоящее время используется измерение тангенса угла потерь ( $\text{tg}\delta$ ).

Ранее нами исследованы зависимости  $\text{tg}\delta$  масла марки М14В2 с использованием конструкции конденсатора с плоскопараллельными никелевыми пластинами [1, 2].

В настоящей работе использованы дополнительно иные разновидности емкостных датчиков (на рисунке 1 показаны в центре и справа):

- плоскопараллельный конденсатор, в качестве обкладок которого использовалась сетка с ячейкой 1 x 1 мм. Сетка представляет собой стальной каркас, гальванически покрытый цинком;
- конденсатор с коаксиальными спиралевидными медными обкладками.

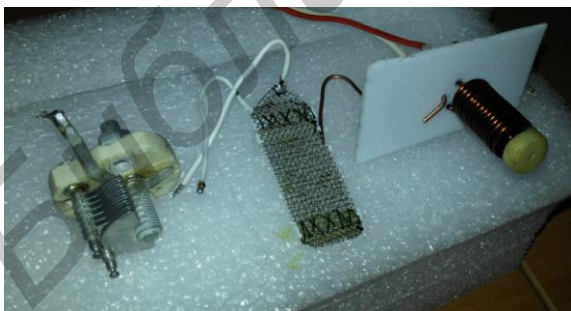


Рисунок 1 – Общий вид датчиков

Недостаток ранее использованного датчика – анизотропия скорости смены диэлектрической среды (масла) между сплошными обкладками в процессе измерения относительно осей координат обкладок. По осям X, Y смена масла проблем не вызывает, а по оси Z, перпендикулярной плоскости X-Y, замена масла затруднена. Вследствие повышенного сопротивления протекания масла, повышаются требования к жесткости

конструкции датчика, а также возникает временная задержка при считывании показаний. Для снятия затруднений проточности масел по трем пространственным осям X-Y-Z существенные преимущества имеет сетчатый и в большей степени спиралевидный датчики.

Измерения  $\text{tg}\delta$  проводили с использованием прибора Е7-25, производства Республики Беларусь (МНИПИ). Прибор позволяет регистрировать значения  $\text{tg}\delta$  при величине измерительного синусоидального сигнала 700 мВ и 40 мВ, а также величины эквивалентных сопротивлений и емкостей для последовательных и параллельных вариантов их соединения.

В диапазоне частот 25 Гц – 1 кГц значения  $\text{tg}\delta$  находятся в пределах 0,25 – 0,025 и убывают с ростом частоты обратно пропорционально.

Характерно, что численные значения  $\text{tg}\delta$  для всех использованных конструкций датчиков отличаются друг от друга не более, чем на 5%.

Полученные результаты, по нашему мнению, связаны со следующим.

В общем случае величина заряда, накопленного в конденсаторе, может быть отобразена следующим образом:

$$Q = CU = \epsilon_0 \epsilon \int \text{EdS}. \quad (1)$$

Формальное определение величины тока в цепи отображается таким образом:

$$I = U/R = \sigma \int \text{EdS}. \quad (2)$$

Разделив (1) на (2) получим:

$$RC = \epsilon_0 \epsilon / \sigma. \quad (3)$$

Произведение RC входит в формулу для определения величины  $\text{tg}\delta$ , и как видно из (3) никак не связано с геометрическими размерами датчиков, а определяется лишь диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon$ ) и электропроводимостью ( $\sigma$ ) масла. Незначительные отличия показаний датчиков связаны с краевыми эффектами, которые в вышеприведенных формулах не учитываются.

1. Батурля И.В., Кузьмич А.И., Баранов В.В., Петрович В.А., Серенков В.Ю., Завацкий С.А., Фоменко Н.К., Ковальчук Н.С. Диэлектрические характеристики моторных масел для силовых агрегатов, измеряемые емкостными датчиками // Доклады БГУИР. – 2016, № 3 (97). – С. 103-106.

2. Кузьмич А.И., Радевич Е.И., Петрович В.А., Баранов В.В., Серенков В.Ю. Датчики контроля электрофизических свойств жидких диэлектриков // МНПК «Современные информационные и электронные технологии». – 22-26 мая 2017, Одесса, Украина.