

## **ДАТЧИКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА**

В каждом силовом агрегате, внутреннего сгорания, основным функциональным материалом для его полной и продолжительной работы является моторное масло. Оно повышает надёжность и эффективность двигателей в который происходит взрыв топлива и трение поршней цилиндров.

В процессе эксплуатации происходит изменение свойств масла. Это приводит к ускоренному износу деталей и ухудшению мощностных характеристик силовых агрегатов.

Вышеизложенное обуславливает актуальность задачи разработки конструкции датчиков и исследованию с их помощью качества моторных масел.

В любом дизельном двигателе внутреннего сгорания будет использоваться моторное масло. Во время эксплуатации двигателя внутреннего сгорания (Далее ДВС) в масле накапливаются нежелательные примеси (остатки продуктов сгорания, металлическая стружка и тд.). Это приводит к снижению эффективности, надёжности или даже к отказу ДВС. Для определения состояния моторного масла можно использовать параметр изменения его относительной диэлектрической проницаемости  $\Delta\epsilon$ . Загрязнения, несомненно, будут оказывать влияние на величину параметра  $\Delta\epsilon$  [1].

Однако, стоит заметить, что изменение величины диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ , следовательно, и емкости) в зависимости от срока эксплуатации и загрязненности масел составляет несколько процентов. По этой причине емкость датчика – малоинформативный параметр. Если представить масло как диэлектрик, то в качестве контролируемого параметра, в настоящее время, используется измерение тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ).

Изменение показаний емкостного датчика при этом обусловлено изменением  $\text{tg}\delta$  так и емкостью. Для контроля жидких сред использование емкостных ячеек является базовым подходом к созданию датчиков. Эти ячейки позволяют получить конкретную информацию о диэлектрических потерях в жидких средах на основании отклика на различных частотах зондирующего сигнала. Использование тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ), а также емкости (диэлектрической проницаемости) говорит о загрязненности масла как диэлектрика. Изменение показаний емкостного датчика при этом обусловлено изменением  $\text{tg}\delta$ [2].

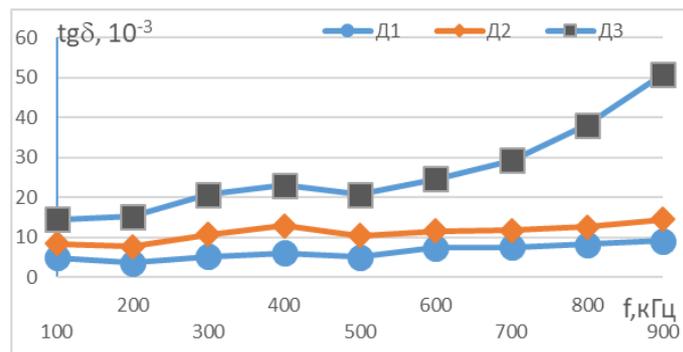
В качестве регистратора  $\text{tg}\delta$  использовался измеритель иммитансных характеристик Е7–25. Нами были исследованы зависимости  $\text{tg}\delta$  масла марки М12В2 с использованием конструкций конденсаторов с коаксиальными спиралевидными и плоскопараллельными пластинами, помещенными в жидкую среду при комнатной температуре. Конструкции плоскопараллельного конденсатора имели две разновидности: с сплошными обкладками и обкладками в виде сетки.

На рис. 1 представлены зависимости величины  $\text{tg}\delta$  от частоты для моторного масла М12В2 с нулевым временем наработки.

Из анализа данных графика можно сделать следующие выводы:

- в диапазоне частот 100–900 кГц показания датчиков с плоскопараллельными и сетчатыми обкладками практически идентичны и  $\text{tg}\delta$  находится на уровне  $(3-7)\cdot 10^{-3}$ ;
- для спиралевидного датчика численное значение  $\text{tg}\delta$  почти в 2 раза выше на данных частотах;

– на частотах 500–1000 кГц и чувствительность спиралевидного датчика значительно возрастает.



**Рисунок 1 – Зависимость значения  $\text{tg}\delta$  проб масел от частоты измерения и конструкции датчиков (Д1- сетчатый, Д2 – плоскопараллельный, Д3 – спиралевидный)**

Недостаток ранее использованных датчиков – 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.

Таким образом, как результат работы, можно отметить, что спиралевидный коаксиальный емкостной датчик может быть использован для оценки характеристик жидких диэлектриков, в частности масла M12B2, при условии его работы на частотах свыше 300 кГц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григоров А.Б., Карножицкий П.В., Слободской С.А. // Диэлектрическая проницаемость, как комплексный показатель, характеризующий изменение качества моторных масел в процессе их эксплуатации // Вестник НТУ «ХПИ». – 2006. – № 25. – С.169–175.
2. 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.