

ЁМКОСТНЫЕ ДАТЧИКИ ИММИТАНСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКИХ СРЕД

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Колеснев Е. С.

Серенков В. Ю. – ст. преподаватель;
Петрович В. А. – канд. техн. наук

Моторные масла являются одним из основных функциональных материалов любого силового агрегата. Они во многом определяют надежность и эффективность работы двигателей.

Диагностирование состояния силовых агрегатов по параметрам используемого масла базируется на том, что масла являются неотъемлемым компонентом узлов трения. В процессе эксплуатации происходит изменение свойств масла, что приводит к ухудшению мощностных характеристик силовых агрегатов и ускоренному износу их деталей.

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

Для определения состояния масла работавшего в дизельном двигателе можно использовать параметр изменения его относительной диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$. При эксплуатации масла в нем накапливаются нежелательные примеси (загрязнения), снижающие его эксплуатационные свойства. Эти загрязнения, несомненно, будут оказывать влияние на величину параметра $\Delta\epsilon$ [1].

Однако, изменение величины диэлектрической проницаемости (ϵ , следовательно, и емкости) в зависимости от срока эксплуатации и загрязненности масел составляет несколько процентов. По этой причине емкость датчика – малоинформативный параметр.

В качестве контролируемого параметра масел как диэлектриков 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.

Использование емкостных ячеек в данное время является базовым подходом к созданию датчиков контроля характеристик жидких сред. Они позволяют получить конкретную информацию о диэлектрических потерях в жидких средах на основании отклика на различных частотах зондирующего сигнала.

Для контроля загрязненности масла как диэлектрика используется тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$), а также емкости (диэлектрической проницаемости). 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 М14В2 с использованием конструкций конденсаторов с плоскопараллельными и коаксиальными спиралевидными пластинами, помещенными в жидкую среду при комнатной температуре. Конструкции плоскопараллельного конденсатора имели две разновидности: с сплошными обкладками и обкладками в виде сетки.

На рисунке 1 представлены зависимости величины $\text{tg}\delta$ от частоты для моторного масла М14В2 с нулевым временем наработки.

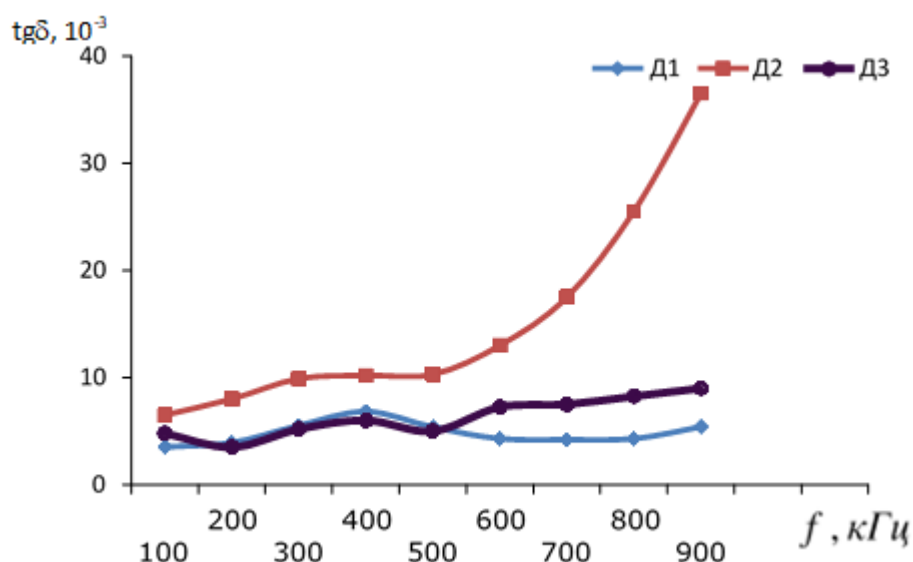


Рисунок 1 - Зависимость значения $\text{tg}\delta$ проб масел от частоты измерения и конструкции датчиков (Д1- плоскопараллельный, Д2 – спиралевидный, Д3 – сетчатый)

Из анализа данных графика можно сделать следующие выводы:

- в диапазоне частот 100–500 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.

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 M14B2, при условии его работы на частотах свыше 200 кГц.

Список использованных источников:

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.