

УДК 656.13

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СОСТОЯНИЯ МАСЛА МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Бух Э.А., магистр гр. МАМ-221
Поплавский П.П., магистр гр. МАМ-221
Ащеулов А.С., кандидат технических наук, доцент
(КузГТУ, г. Кемерово)

Аннотация. Двигатель внутреннего сгорания сложная и теплонагруженная система, имеющая большое количество трущихся деталей. Для разделения соприкасающихся поверхностей необходим слой масляной пленки. Для создания такого слоя масло должно быть надлежащего качества и регулярно подвергаться замене. Существует большое количество мнений по выбору оптимального интервала по замене масла, но нет однозначного, так как интервал индивидуален в зависимости от условий. Этот факт указывает целесообразность проведения анализа масла для каждой единицы техники. Полную картину состояния масла может дать только спектральный анализ, но сложен и дорог, поэтому актуален вопрос создания относительно дешевого и простого экспресс-метода по измерению качества масла.

Ключевые слова. Автомобиль, техническое обслуживание, замена масла, моторное масло, диагностика масла, диэлектрическая проницаемость, состояние масла.

SELECTION OF OPTIMAL SERVICE INTERVALS OF VEHICLES

Bukh E.A., master gr. MAm-221
Poplavsky P.P., master gr. MAm-221
Ashcheulov A.S., Candidate of technical sciences, associate professor
(KuzGTU, Kemerovo)

Annotation. The internal combustion engine is a complex and heat-intensive system with a large number of rubbing parts. A layer of oil film is required to separate the contacting surfaces. To create such a layer, the oil must be of proper quality and regularly replaced. There are many opinions on the optimum oil change interval, but there is no one-size-fits-all, as the interval is individual depending on the conditions. This fact indicates the advisability of an oil analysis for each piece of machinery. Only spectral analysis can give a complete picture of the oil condition, but it is complicated and expensive, so the question of creating a relatively cheap and simple express method for measuring oil quality is relevant.

Keywords. Car, maintenance, oil change, engine oil, oil diagnosis, dielectric constant, oil condition.

Автомобильное масло является важной и незаменимой технической жидкостью, которая требует периодической замены. Одним из самых важных свойств масла является ее смазывающая способность. Масляная пленка разделяет трущиеся поверхности, тем самым уменьшая силу трения и, как следствие, их износ. Так же важно, чтобы масло обладало необходимой вязкостью, не пенилось в результате работы вращающихся деталей двигателя, очищало внутренние поверхности деталей двигателя от различных частиц, а также обладало антикоррозийными свойствами.

С увеличением наработки ухудшаются вышеперечисленные свойства, в связи с чем необходимо периодически производить замену масла в двигателе. Однозначного интервала по замене масла нет, поэтому все зависит от условий эксплуатации и текущего состояния масла. Так, по рекомендациям производителей легковых автомобилей интервал замены масла составляет 10000-15000 километров. В то же время, все современные автомобилисты и автомобильные СМИ настоятельно рекомендуют снизить данный интервал до 3000-7000 тысяч километров, в зависимости от индивидуальных возможностей каждого автовладельца и привередливости установленного в автомобиль двигателя.

Анализируя факты, приведенные в прошлом абзаце, напрашивается вывод о том, что необходимо внести ясность в вопрос об интервалах замены масла, путем внедрения научного подхода по исследованию состояния масла.

Необходимо отслеживать текущее качество моторного масла для того, чтобы принять решение о необходимости его замены. Под качеством масла понимается его текущая степень загрязненности, вязкость, наличие металлических и прочих частиц, примесей воды, охлаждающей жидкости, топлива, остатка присадок и прочее. Для определения вышеперечисленных параметров и компонентов необходимо проведение химического анализа. Для определения каждого вышеперечисленного параметра существуют различные методики лабораторных исследований. Так, для определения вязкости используются вискозиметры, а для определения наименований и концентрации различных примесей в масле проводят спектральный анализ. Эти методы требуют времени, дорогого и не всегда портативного оборудования и лабораторий, мероприятий по забору пробы масла, а также обученный персонал, то есть большие финансовые и человеческие ресурсы. Так, в условиях крупного коммерческого предприятия с большим количеством подвижного состава, которое, к примеру, занимается добычей угля, вышеперечисленные затраты являются целесообразными с точки зрения

получаемого экономического эффекта, в отличие от предприятий с малочисленным списочным количеством автомобилей в парке.

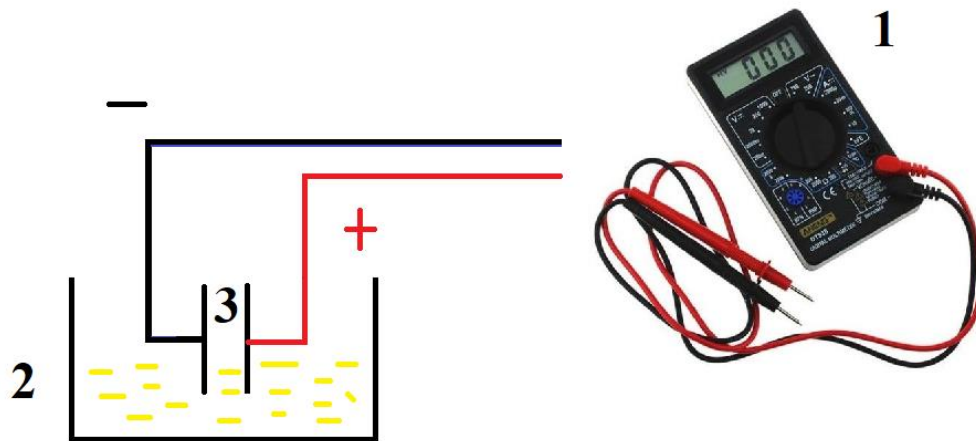
Поэтому актуален вопрос о разработке методики по проведению экспресс-анализа качества масла. В процессе изучения уже существующей литературы, касающейся анализа масел, их свойств, а так же литературы из смежных сфер, была выдвинута следующая гипотеза, которая была взята за основу для дальнейших исследований.

Автомобильное масло обладает достаточно высокими диэлектрическими свойствами, то есть является плохим проводником электрического тока. Диэлектрикам свойственно явление поляризации, связанное с ограниченным смещением связанных зарядов или поворотом электрических диполей, обычно под воздействием электрического поля. В свою очередь явление поляризации характеризуется параметром диэлектрической проницаемости. Один из самых доступных методов по измерению параметра диэлектрической проницаемости основан на измерении емкости конденсатора.

Необходим конденсатор с заведомо известной емкостью в вакууме. Далее, рассматриваемый конденсатор погружается сначала в образец со свежим и чистым маслом, затем в образец с маслом, который прошел определенную наработку. В обоих случаях измеряется емкость конденсатора. Емкость конденсатора имеет свойство изменяться в зависимости от того, какой диэлектрик находится между обкладками конденсатора. Путем несложных арифметических подсчетов получаем значение диэлектрической проницаемости для обоих образцов. В зависимости от количества примесей, находящихся в масле данный параметр будет изменяться. Чем больше примесей, тем выше будет значение. Далее, необходимо определить критическое значение диэлектрической проницаемости, при достижении которого необходима замена масла. То есть, искомое критическое значение будет являться браковочным параметром. Данный браковочный параметр можно установить при помощи дополнительного проведения спектрального анализа каждого образца. Полученные результаты спектрального анализа сравниваем с параметром диэлектрической проницаемости для установления искомой зависимости параметров.

Перейдем от теории к практике. Для проверки гипотезы были проведены первые исследования. Как было упомянуто ранее, необходим конденсатор с заведомо известной емкостью в вакууме. Было принято решение первый прототип конденсатора сделать самостоятельно. Материалом пластин служит оцинкованная сталь 0,8 мм.

Так же, на начальных этапах необходим мультиметр с режимом измерения емкости конденсатора, ванночка для образцов масла и непосредственно образцы масла. Схема установки представлена на рисунке 1.



1 – Мультиметр, 2 – Емкость с маслом, 3 - Конденсатор

Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для определения диэлектрической проницаемости

Конденсатор содержит 28 пластин из оцинкованной стали, размером 70х60 мм. Площадь контакта пластин составляет 70х20 мм. Каркас состоит из 2 пластиковых крышек и 4 стальных шпилек. С одной из сторон находятся 2 вывода для зажимов мультиметра. На рисунке 2 продемонстрирован внешний вид конденсатора.



Рисунок 2 – Внешний вид конденсатора

Получившийся конденсатор при подключении к нему щупов мультиметра в воздушной среде имеет емкость равную 0,28 нФ, что наглядно продемонстрировано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Емкость конденсатора в вакууме

Далее, не изменяя настроек мультиметра, заливаем в емкость новое и абсолютно чистое масло 5w30 пока оно не перекроет зону взаимодействия пластин конденсатора. На рисунке 4 отчетливо видно влияние диэлектрика. Емкость конденсатора изменилась с 0,28 нФ до 0,67 нФ.

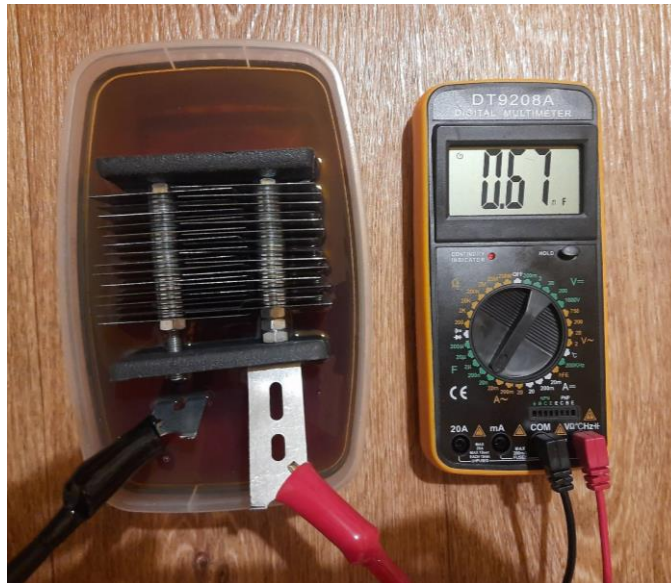


Рисунок 4 – Емкость конденсатора в чистом масле

Далее, сливаем из емкости новое масло, проводим подготовку конденсатора и емкости к следующему измерению. После подготовки, заливаем образец масла, имеющий наработку в 8000 км. На рисунке 5 видно изменение емкости в зависимости от загрязнения.

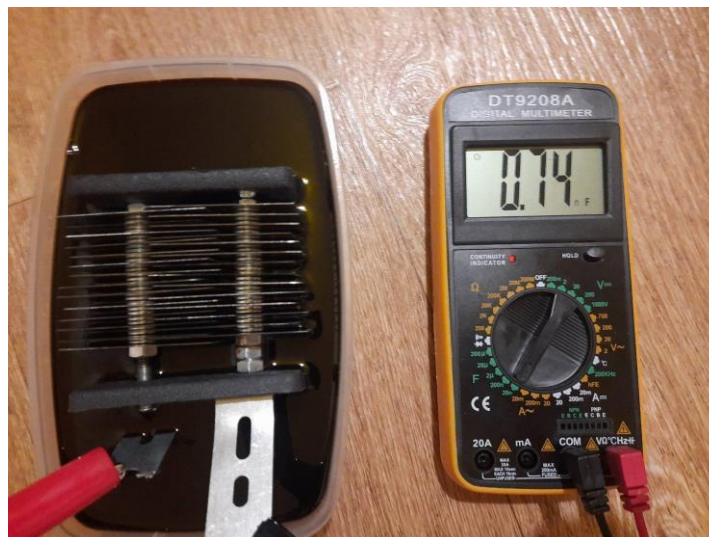


Рисунок 5 – Емкость конденсатора в масле с наработкой в 8000 км

В итоге, мы получили следующие результаты, которые сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные измерений и расчетов диэлектрической проницаемости

	Тип диэлектрика
--	-----------------

	Воздух	Чистое масло	Грязное масло
Емкость конденсатора	0,28	0,67	0,74
Диэлектрическая проницаемость	-	2,393	2,643

Определим значение диэлектрической проницаемости для каждой среды. Для этого воспользуемся формулой:

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0} \quad (1)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость

C – емкость конденсатора в масле

C_0 – емкость конденсатора в вакууме

В чистом масле:

$$\varepsilon_{\text{ч.м.}} = \frac{0,67}{0,28} = 2,393$$

В масле с наработкой:

$$\varepsilon_{\text{м.н.}} = \frac{0,74}{0,28} = 2,643$$

Вышеперечисленные расчеты так же сведены в таблицу 1.

На данном этапе отчетливо прослеживается зависимость между диэлектрической проницаемостью чистого и «грязного» образцов масла 5w30. одного и того же наименования.

Собранный прототип показал свою работоспособность. В данный момент ведутся поиски решения промышленного производства, позволяющего проводить измерения с более высокой точностью. Вторым этапом исследований будет

выборка и отбор образцов масла, с техники различного типа. Выбранные образцы будут подвергнуты спектральному анализу и измерению диэлектрической проницаемости для вывода зависимости диэлектрической проницаемости от качества масла.

Список литературы:

1. Яхьяев, Н. Я. Основы теории надежности и диагностика: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" направления подгот. "Эксплуатация наземного транспорта и трансп. оборудования" / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. – Москва.
2. Шныр, В. В. Техническое обслуживание автомобилей / В. В. Шныр, А. С. Ащеулов, А. С. Ащеулова // Россия молодая: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ, НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Кемерово, 21–24 апреля 2020 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – С. 525361-525363. – EDN XZPOGX.
3. Масленников, Ростислав Ростиславович. Эксплуатационные материалы (автомобильные): учебник для транспортных образовательных учреждений по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" / Р. Р. Масленников; ГОУ Кузбас. гос. техн. ун-т Кемерово : Издательство КузГТУ, 2002, 215 с.
4. Промывка двигателя лечит или калечит? / И. С. Гордополов, А. В. Кудреватых, А. С. Ащеулов, А. С. Ащеулова // Россия молодая : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 19–21 апреля 2022 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 52408.1-52408.3. – EDN YUCOPS.
5. Необходимость корректирования интервалов замены масла в двигателе внутреннего сгорания / Э. А. Бух, П. П. Поплавский, А. С. Ащеулов, А. С. Ащеулова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2022 : Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Кемерово, 23–24 ноября 2022 года / Редколлегия: А.А. Хорешок (отв. редактор), А.И. Фомин [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 804.1-804.3. – EDN HNTUBF.
6. Выбор оптимальных межсервисных интервалов транспортных средств / Э. А. Бух, П. П. Поплавский, А. С. Ащеулов, А. С. Ащеулова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2022 : Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Кемерово, 23–24 ноября 2022 года / Редколлегия: А.А. Хорешок (отв. редактор), А.И. Фомин [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 803.1-803.4. – EDN AKCNDN.

