

Наглюк М.И., аспирант

ХНАДУ, г. Харьков

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Представлены результаты изменения значений электропроводности современных охлаждающих жидкостей при их эксплуатации в двигателе.

Введение

Развитие автомобильной техники в направлении выпуска автомобилей, повышения их качества, надёжности и долговечности, одновременно требует и применения современных качественных эксплуатационных материалов. Для всесезонной эксплуатации в системах жидкостного охлаждения автомобильных двигателей применяются антифризы и тосолы.

Вода во время использования в системе охлаждения образует накипь, один миллиметр которой на стенках рубашки охлаждения двигателя ухудшает теплообмен на 25 %, что в свою очередь снижает мощность двигателя на 6 %, а расход топлива до 5 % [1]. А миллиметр накипи появляется уже через три — четыре месяца эксплуатации автомобиля, система охлаждения которого заполнена природной водой. Также наблюдается неоднородность толщины соляных отложений на поверхностях, которые передают тепло. Из-за этого возникают значительные перепады температурных полей (термонапряжения), что может привести к разрушению деталей системы охлаждения.

Большие неприятности возникают и из-за коррозионного разрушения деталей системы охлаждения, которые изготовлены из разных металлов (сталь, чугун, силумин, медь, алюминий и др.). Оказавшись в контакте, эти металлы, с разными электродными потенциалами, образуют гальванические пары, вследствие чего скорость коррозии резко возрастает. Уже через 1,5-2 года эксплуатации нового автомобиля с природной водой в системе охлаждения, его двигатель требует текущего, а иногда и капитального ремонта.

Использование антифризов и тосолов устраняет большую часть недостатков, связанных с использованием природной воды в системах охлаждения. Это достигается введением в состав охлаждающей жидкости специальных ингибиторов и присадок, которые предотвращают образование накипи, понижают вспениваемость, интенсивность коррозии, температуру застывания, повышают температуру кипения и др.

Всесезонная охлаждающая жидкость является одним из основных функциональных элементов двигателя, который во многом определяет надёжность и эффективность работы его систем. И соответственно, как любой функциональный параметр, нуждается в периодической диагностике и контроле качественного состояния. Одним из методов контроля качества охлаждающей жидкости может быть удельная электропроводность антифриза или тосола.

Измерение удельной электропроводности углеводородных жидкостей (топлив, масел, растворов, растворов присадок) широко используется не только для оценки этого показателя, но и для исследования межмолекулярных взаимодействий в указанных жидкостях. Электропроводность характеризует наличие в этих жидкостях свободных заряженных частиц, способных передвигаться под действием электрического поля (электронов, ионов, заряженных коллоидных частиц) [2, 3, 4]. Углеводородные жидкости являются диэлектриками, их удельная электропроводность не превышает 10^4 нСМ/м [4, 5].

Удельную электропроводность измеряют, подавая напряжение на измерительную ячейку с жидкостью. Точность измерения во многом зависит от времени, условий и типа измерительной ячейки, чаще всего используют трехзажимные измерительные ячейки с охранным электродом.

ным электродом. Преимуществом таких ячеек является отсутствие краевого эффекта (искажения электрического поля у краёв ячейки). Кроме того, их применение позволяет при погружении охранного электрода в жидкость не менее чем на 2 мм, избежать влияния объема жидкости на результаты измерения.

Сейчас наибольшее распространение получили три основных метода определения удельной электропроводимости: измерение при постоянном напряжении; измерение при переменном напряжении; измерение методом разряда конденсатора.

В зависимости от метода измерения в жидкости под действием приложенного электрического поля могут протекать побочные явления — поляризация и электроочистка. Явление электроочистки проявляется при измерении электропроводимости жидкостей с постоянным напряжением. При использовании переменного напряжения на результат заметно влияют поляризационные токи, возникающие вследствие поляризации дипольных молекул и протекающие в течение всего измерения. При применении постоянного напряжения поляризация возникает только в моменты подачи и отключения напряжения, поэтому ее влиянием на результаты измерения можно пренебречь [3].

Измерение при постоянном напряжении осуществляется с помощью серийно выпускаемых приборов, измеряющих малые токи или большие сопротивления [4, 6].

Изложение основного материала исследований

Для измерения объемного электрического сопротивления автомобильных охлаждающих жидкостей использовался комбинированный цифровой прибор «Щ-300» и методика, изложенная в ГОСТ 6581. Удельное объемное электрическое сопротивление вычислялось по формуле [6]

$$\rho_v = 0,113C_0R_v \cdot 10^{12}, \quad (1)$$

где R_v — измеренное значение объемного электрического сопротивления, Ом;

C_0 — ёмкость пустой измерительной ячейки, измеренная при температурах испытаний, Ф.

Тогда удельную электропроводимость рассчитывают

$$\chi = \frac{1}{\rho_v}, \quad (2)$$

где ρ_v — удельное сопротивление жидкости, Ом.

Результаты исследований электропроводимости не работавших антифризов и тосолов, встречающихся на рынке Украины, представлены в таблице 1.

Минимальное значение электропроводности имеет тосол «NORD» — $1,28 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, а максимальное $5,08 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ у антифриза «ХАДО G12», что свидетельствует о различной основе и пакете присадок, используемых для приготовления этих жидкостей.

В процессе эксплуатации автомобилей в охлаждающей жидкости происходит изменение первоначальных свойств (срабатываются присадки, растёт количество продуктов коррозионного изнашивания, изменяется цвет жидкости).

Исследования электропроводимости охлаждающих жидкостей, которые проработали в системе охлаждения двигателей разных легковых автомобилей около двух лет, показали, что она тоже изменяется, как в сторону увеличения, так и уменьшения. Результаты исследований значений электропроводимости представлены в таблице 2.

Таблица 1

Значения электропроводимости неработавших охлаждающих жидкостей

№ п/п	Наименование	Значение удельной электропроводимости, $Ом^{-1} \cdot м^{-1}$
1	Вода дистиллированная	$2,05 \cdot 10^{-6}$
2	Тосол-TS «FELIX-40»	$3,94 \cdot 10^{-6}$
3	Тосол «NORD»	$1,28 \cdot 10^{-6}$
4	Тосол А-40М «GROMEX (-42)»	$2,43 \cdot 10^{-6}$
5	Тосол А-40М «GROMEX (-40)»	$3,06 \cdot 10^{-6}$
6	Тосол А-40М «BARS»	$2,57 \cdot 10^{-6}$
7	Тосол АЛ-40 «АЛТЕК»	$3,23 \cdot 10^{-6}$
8	Тосол А-40М «ВАМП»	$3,44 \cdot 10^{-6}$
9	Антифриз ХТД	$2,96 \cdot 10^{-6}$
10	Антифриз «ХАДО BS»	$3,97 \cdot 10^{-6}$
11	Антифриз «ХАДО G12»	$5,08 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Значения электропроводимости работавших охлаждающих жидкостей

№ п/п	Наименование	Электропроводимость, $Ом^{-1} \cdot м^{-1}$		Срок службы охлаждающей жидкости, г	Пробег, тыс. км
		Чистые	Работавшие		
1	Антифриз "ХТД"	$2,96 \cdot 10^{-6}$	$2,08 \cdot 10^{-6}$	2	6
2	Тосол TS "FELIX-40"	$3,94 \cdot 10^{-6}$	$5,44 \cdot 10^{-6}$	2	40
3	Охлаждающая жидкость "SWAG"	$2,78 \cdot 10^{-6}$	$2,39 \cdot 10^{-6}$	2	28
4	Антифриз "ХАДО G12"	$5,08 \cdot 10^{-6}$	$3,43 \cdot 10^{-6}$	2	2
5	Тосол А-40М "ВАМП"	$3,44 \cdot 10^{-6}$	$5,45 \cdot 10^{-6}$	2	12

Значения электропроводимости тосола А-40М "ВАМП" увеличилось до $5,45 \cdot 10^{-6} Ом^{-1} \cdot м^{-1}$, а у антифриза "ХТД" уменьшилось до $2,08 \cdot 10^{-6} Ом^{-1} \cdot м^{-1}$. Это связано с тем, что происходит окисление основы жидкости и срабатывание антикоррозионных присадок, а при отстаивании в них наблюдалось образование осадка.

Для определения концентрации продуктов коррозионного изнашивания использовалась фотоэлектрическая установка МФС-7. Она предназначена для возбуждения эмиссионных спектров и регистрации аналитических сигналов спектральных линий разных элементов и разрешает определить до 19 элементов индикаторов с относительной чувствительностью $10^{-4} \dots 10^{-6} \%$.

Основными элементами-индикаторами, которые характеризуют увеличение интенсивности изнашивания системы охлаждения ДВС, служат железо (блок цилиндров, гильзы, патрубки), алюминий (водяной насос, радиатор, патрубки, головка блока, блок цилиндров), медь (радиатор, термостат, обогреватель) и олово (соединительные швы радиатора и обогревателя). Наибольшая концентрация железа $25 г/т$ и алюминия $6 г/т$ была в жидкости антифриз "ХТД".

Выводы

После выявления корреляционной связи значений электропроводности с основными показателями, характеризующими изменение качества антифриза (тосола) в процессе эксплуатации, а также, зная предельное значение электропроводности, можно будет уточнять сроки замены охлаждающих жидкостей в двигателе автомобилей.

Список литературы

1. Астапенков В.А. Охлаждающая жидкость экономит топливо / В.А. Астапенков // Автодорожник Украины. — 1994. — № 2. — С. 15-16.
2. Венцель Е.С. Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Е.С. Венцель, С.Г. Жалкин, Данько Н.И. — Харьков: УкрГАЗТ, 2003. — 168 с.
3. Белоусов А.И. Измерение удельной объемной электропроводности углеводородных жидкостей / А.И. Белоусов, И.В. Рожков, Е.М. Бушуева // Химия и технология топлив и масел, 1985. — № 3. — С. 35-36.
4. Адамчевский И. Электрическая проводимость жидких диэлектриков / И. Адамчевский. — Л.: Энергия, 1972. — 286 с.
5. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков. — М.: Высшая школа, 1980. — 217 с.
6. ГОСТ 6581-75. Материалы электроизоляционные жидкости. Методы электрических испытаний.

Стаття надійшла до редакції 05.05.09

© Наглюк М.І., 2009