

УДК 665.73

А. Б. ГРИГОРОВ, канд. техн. наук, доцент

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

Приведены результаты влияния разных видов загрязнений на диэлектрическую проницаемость автомобильного трансмиссионного масла SAE 85 W-140 (GL-5). По степени влияния на величину диэлектрической проницаемости масла исследуемые загрязнения можно расположить в следующем порядке: Al_2O_3 ; CuO; Fe_2O_3 ; SiO_2 .

Наведено результати впливу різних видів забруднень на діелектричну проникність автомобільної трансмісійної оливи SAE 85 W-140 (GL-5). По ступеню впливу на величину діелектричної проникності оливи досліджувані забруднення можна розташувати в наступному порядку: Al_2O_3 ; CuO; Fe_2O_3 ; SiO_2 .

Введение

Залогом успешного развития экономики Украины является полное обеспечение потребностей в высококачественных нефтепродуктах (НП). Отечественная нефтеперерабатывающая промышленность не способна обеспечить эту потребность в виду необходимости своей срочной модернизации. А это в свою очередь, обуславливает существенную зависимость Украины от импортных НП, среди которых доминируют смазочные масла (моторные и трансмиссионные).

Трансмиссионные масла в Украине относятся к наиболее дорогостоящим смазочным материалам, потребление которых увеличивается из года в год. В такой ситуации перед автотранспортными предприятиями (АТП), на долю которых приходится львиная доля в потреблении трансмиссионных масел, возникает проблема их рационального использования, что с одной стороны позволит повысить эксплуатационную надежность автомобильного парка, с другой – добиться значительной экономии дорогостоящих импортных масел.

Постановка задачи

Трансмиссионные масла играют важную роль в обеспечении надежной эксплуатации агрегатов трансмиссии автомобилей, что обуславливается выполнением ряда функций: эффективной смазкой пар трения, снятием механических нагрузок, отводом тепла от трущихся поверхностей. Выполнение этих функций напрямую зависит от количества и состава загрязнений, находящихся в масле в виде продуктов изнашивания трущихся деталей и запыленности окружающей среды. Поэтому необходимо разработать новый метод, позволяющий оперативно, достоверно, а главное сравнительно дешево оценивать загрязненность работающего трансмиссионного масла, который будет положен в основу системы мониторинга качества масел в АТП.

Анализ публикаций

Суммарное количество загрязнений, находящихся в работающих трансмиссионных маслах, принято оценивать по ГОСТ 6370, размер загрязнений по ГОСТ 17216, а состав загрязнений по ДСТУ ГОСТ 27566.

Оценку концентрации в работающих трансмиссионных маслах: общих, растворимых, нерастворимых и ферромагнитных примесей в работе [1] предлагается осуществлять, используя лабораторную центрифугу и магнитный сепаратор.

Определение общего загрязнения работающих трансмиссионных масел можно осуществлять фотоэлектроколориметрическим методом [2].

В работе [3] для оценки работоспособности трансмиссионных масел предложен параметр диэлектрической проницаемости (ϵ). К преимуществам параметра ϵ можно отнести как чувствительность к концентрации, составу и материалу продуктов изнашивания деталей, так и то, что его определение не занимает много времени и не составляет большого труда.

С учетом всего сказанного выше, параметр ϵ можно рекомендовать к применению для определения загрязненности трансмиссионных масел, на базе чего может быть принято решение о преждевременном прекращении эксплуатации техники и замене масла или, наоборот, о продлении срока замены масла.

Решение задачи

Наиболее часто встречающимися загрязнениями работающих трансмиссионных масел являются частички изнашивания трущихся деталей в виде Fe, Al, Cu и частички запыленности окружающей среды в виде Si [4].

В работах [2, 3] отмечается, что наиболее опасными для нормальной эксплуатации трансмиссии являются те частицы загрязнений, размер которых превышает толщину масляной пленки между рабочими поверхностями деталей, равной 2,5 мкм.

Поэтому в лабораторных условиях измерялся параметр ϵ искусственно созданных сред, представляющих собой трансмиссионное масло SAE 85W-140 (GL-5), в котором находились частички загрязнения в виде Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CuO , SiO_2 с размерами, равными или превышающими 2,5 мкм. Содержание частичек в масле варьировалось в следующих диапазонах: Fe_2O_3 от 0 до 500 г/т; Al_2O_3 от 0 до 100 г/т; CuO от 0 до 300 г/т; SiO_2 от 0 до 40 г/т.

Для каждого вида загрязнений были получены линейные уравнения следующего вида

$$\epsilon = 2,5249 - 0,0009X_{\text{Al}_2\text{O}_3}; \quad (1)$$

$$\epsilon = 2,5249 + 0,0005X_{\text{CuO}}; \quad (2)$$

$$\epsilon = 2,5249 + 0,0002X_{\text{Fe}_2\text{O}_3}; \quad (3)$$

$$\epsilon = 2,5249 - 0,0013X_{\text{SiO}_2}. \quad (4)$$

где $X_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ – содержание в масле частиц алюминия, г/т; X_{CuO} – содержание в масле частиц меди, г/т; $X_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ – содержание в масле частиц железа, г/т; X_{SiO_2} – содержание в масле частиц запыленности, г/т.

Частички Al_2O_3 и CuO (табл. 1), в отличие от частичек Fe_2O_3 , оказывают существенное влияние на повышение величины ϵ масла, что обусловлено их большей проводимостью. При наличии в масле частичек запыленности SiO_2 наблюдается некоторое уменьшение величины ϵ масла.

Таблица 1
Величина приращения ϵ масла при содержании загрязнений

Параметр	Наименование загрязнения			
	Al_2O_3	CuO	Fe_2O_3	SiO_2
X , г/т	100	300	500	40
$\Delta\epsilon$	0,0928	0,1458	0,1020	-0,0535

Многолетний опыт применения трансмиссионных масел показывает, что в них одновременно могут находиться несколько видов загрязнений. Поэтому весьма интересными представляются модели, учитывающие совместное влияние на параметр ϵ масла нескольких видов загрязнений:

$$\epsilon = 2,5239 + 0,0002X_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 0,0009X_{\text{Al}_2\text{O}_3} - 0,0013X_{\text{SiO}_2} + 0,0005X_{\text{CuO}}; \quad (5)$$

Для анализа экспериментальных данных в трехмерном пространстве построим трехмерное изображение (рис. 1–6) последовательностей исходных данных для одной переменной – ϵ . Выбранную переменную представим по оси z, а последовательные экспериментальные данные – по осям x и y.

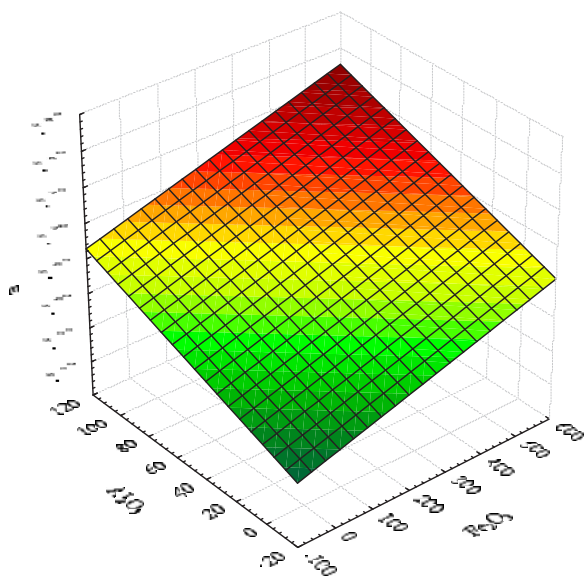


Рис. 1. Трехмерный график влияния Fe_2O_3 та Al_2O_3 на величину ϵ

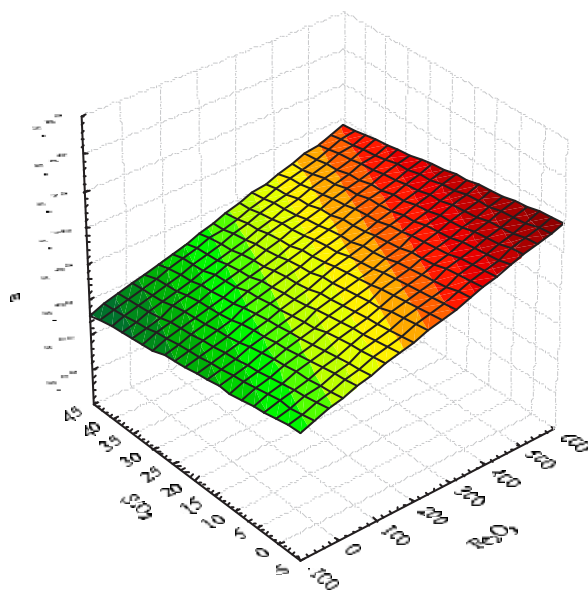


Рис. 2. Трехмерный график влияния Fe_2O_3 та SiO_2 на величину ϵ

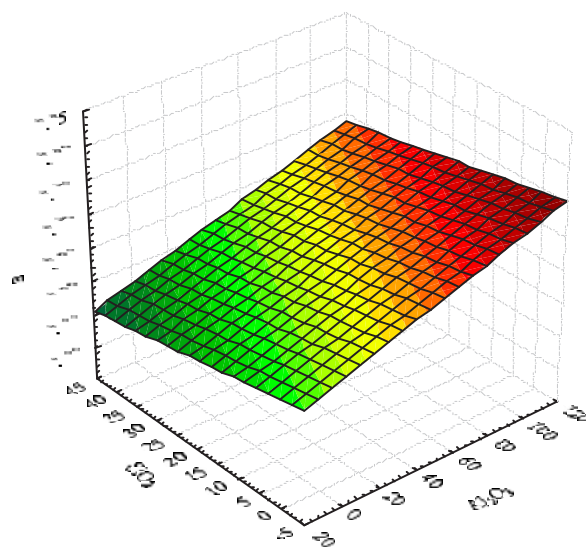


Рис. 3. Трехмерный график влияния Al_2O_3 та SiO_2 на величину ϵ

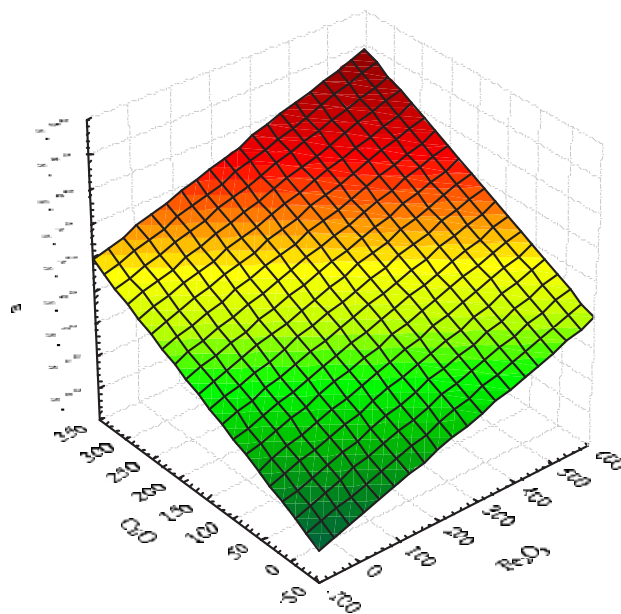


Рис. 4. Трехмерный график влияния Fe_2O_3 та CuO на величину ϵ

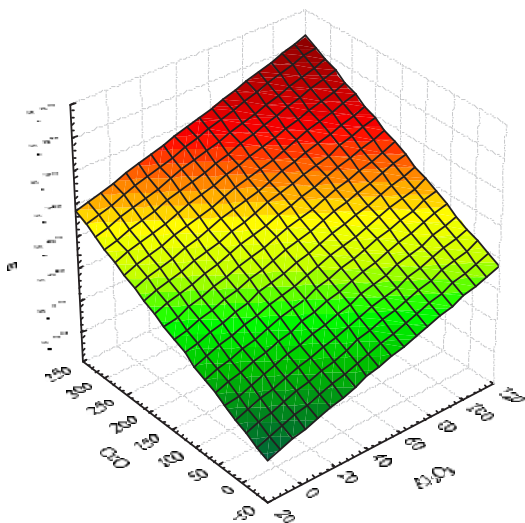


Рис. 5. Трехмерный график влияния Al_2O_3 та CuO на величину ϵ

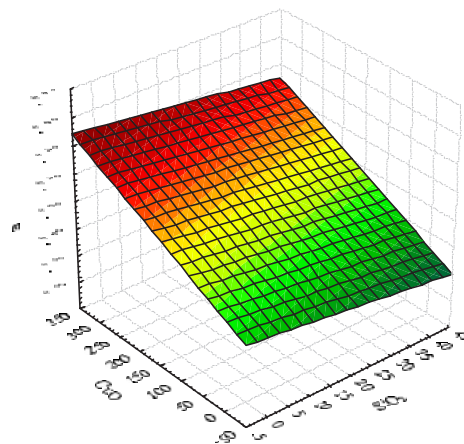


Рис. 6. Трехмерный график влияния SiO_2 та CuO на величину ϵ

Просчитаем уравнения плоскостей, приведенных на рис. 1- 6, учитывающих влияние каждой пары загрязнений на величину параметра ϵ трансмиссионного масла

$$\epsilon = 2,5756 + 0,0002X_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 0,0009X_{\text{Al}_2\text{O}_3}; \quad (6)$$

$$\epsilon = 2,6383 + 0,0002X_{\text{Fe}_2\text{O}_3} - 0,001X_{\text{SiO}_2}; \quad (7)$$

$$\epsilon = 2,5452 + 0,0002X_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 0,0005X_{\text{CuO}}; \quad (8)$$

$$\epsilon = 2,6321 + 0,0009X_{\text{Al}_2\text{O}_3} - 0,0013X_{\text{SiO}_2}; \quad (9)$$

$$\epsilon = 2,5540 + 0,0009X_{\text{Al}_2\text{O}_3} + 0,0004X_{\text{CuO}}; \quad (10)$$

$$\epsilon = 2,6167 + 0,001X_{\text{SiO}_2} + 0,0004X_{\text{CuO}}. \quad (11)$$

Отметим, что ошибка расчета параметра ϵ по линейным уравнениям регрессии (1–11) составляет $5,5 \div 9,0$ %.

Также необходимо определить и предельно-допустимое значение величины $\Delta\epsilon$, при достижении которого можно рекомендовать прекращение эксплуатации техники и осуществлять замену трансмиссионного масла. На сегодняшний день из числа показателей качества трансмиссионных масел наиболее объективным, по мнению фирм Detroit Diesel, Caterpillar, Cummins, является содержание продуктов изнашивания трущихся деталей и частиц запыленности окружающей среды. Поэтому, подставляя предельные значения каждого вида загрязнений (Fe_2O_3 – 500 г/т; Al_2O_3 – 100 г/т; CuO – 300 г/т; SiO_2 – 40 г/т) в уравнение (5) получим величину $\Delta\epsilon$, равную 0,2911.

Выводы

Предложено предельно-допустимое значение величины приращения диэлектрической проницаемости, равное 0,2911, при достижении которого можно рекомендовать прекращение эксплуатации техники и осуществлять замену трансмиссионного масла.

Полученные результаты являются лишь первым шагом на пути изучения влияния загрязнений на величину диэлектрической проницаемости трансмиссионных масел, что в дальнейшем позволит разработать систему оперативного мониторинга их качества.

На базе системы мониторинга качества масел могут быть созданы средства бортовой диагностики, позволяющие своевременно оповещать водителя о фактическом состоянии контролируемого объекта.

Список использованных источников

1. Безбородов Ю. Н. Разработка метода испытания трансмиссионных масел по установлению группы эксплуатационных свойств: дис. ... кандидата техн. наук: 05.02.13 / Ю. Н. Безбородов. – Красноярск, 2004. – 197 с.
2. Білякович О. М. Вплив забрудненості трансмісійних масел на змащувальну дію та стан поверхневих шарів трибоспрязень: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.04 «Тертя та зношування в машинах» / О. М. Білякович. – К., 1996. – 16 с.
3. Григоров А. Б. Диэлектрическая проницаемость трансмиссионных масел / А. Б. Григоров, И. С. Наглюк // Автомобильный транспорт. – 2010. – № 26. – С. 43 – 46.
4. Караулов А. К. Автомобільні оливи. Моторні й трансмісійні. Асортименти і застосування: [довідник] / А. К. Караулов, Н. Н. Худолій. – К.: ТОВ "Журнал "Радуга", 2000. – 437 с.
5. Коваленко В. П. Загрязнение и очистка нефтяных масел / В. П. Коваленко. – М.: «Химия», 1978. – 304 с.

THE DIELECTRIC CONTROL OF IMPURITY AUTOMOBILE TRANSMISSION OILS

A. B. GRIGOROV, Cand. Tech. Sci.

Results of influence of various kinds of pollution on dielectric permeability of automobile transmission oils SAE 85W-140 (GL-5) are resulted. It is possible to arrange researched pollution in dependence on degree of influence on size of dielectric permeability of the oil in the following order: Al₂O₃; CuO; Fe₂O₃; SiO₂.

Поступила в редакцию 17.10 2011 г.