

УДК 629.017

И.С.Наглюк, А.Б.Григоров

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ МОТОРНЫХ И ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В работе показано изменение диэлектрической проницаемости моторных и трансмиссионных масел в процессе эксплуатации транспортных машин. Установлено, что, диагностируя качество масла по диэлектрической проницаемости, можно получать достаточный объем информации о фактическом состоянии работавшего масла.

Ключевые слова: *диэлектрическая проницаемость, эксплуатация, моторные масла, трансмиссионные масла, фактическое состояние, пробег.*

Введение

Эффективная эксплуатация современных транспортных машин обусловлена широким применением дорогостоящих зарубежных моторных и трансмиссионных масел, обладающих высоким уровнем эксплуатационных свойств. Однако проблема их рационального использования является весьма актуальной.

Транспортные машины работают в различных условиях, а также влияние эксплуатационных и технологических факторов на срок службы моторного и трансмиссионного масла обуславливает неодинаковую периодичность их замены.

Рациональное использование моторных и трансмиссионных масел предусматривает научное обоснование сроков их службы. Периодичность замены моторного масла вследствие старения должна определяться фактическим состоянием его при эксплуатации в двигателе и агрегатах трансмиссии, следовательно, надежными, легко определяемыми браковочными показателями. В этом случае будет наблюдаться значительная экономия свежих масел, снижение трудоемкости на техническое обслуживание, уменьшение сроков простоя транспортных машин и количества отработанных масел.

Анализ публикаций

Замену моторных и трансмиссионных масел в транспортных машинах осуществляют по пробегу или наработке машины до замены масла, определенного при стендовых или эксплуатационных испытаниях и распространяемого на весь парк эксплуатируемых машин данного типа, с применением коэффициентов корректировки, учитывающих дорожные и атмосферно-климатические условия эксплуатации [1, 2].

Однако, используя такой подход, следует иметь в виду, что рекомендуемые сроки замены масла соответствуют нормальным условиям эксплуатации транспортных машин, когда их техническое состояние, применяемые масла и топлива соответствуют требованиям стандартов и техническим условиям завода изготовителя.

Цель и постановка задачи

Целью работы является определение значений диэлектрической проницаемости моторных и трансмиссионных масел различных производителей в силовых агрегатах транспортных машин при эксплуатации.

Решение задачи

Легко определяемым браковочным показателем моторных и трансмиссионных масел, позволяющим обосновать периодичность их замены, является параметр диэлектрической проницаемости (ϵ) [3, 4].

Параметр ϵ современных минеральных, полусинтетических и синтетических не работавших моторных масел может изменяться в пределах $2,3 \div 2,6$ и зависит как от природы базового масла, так и от пакета вводимых присадок [5]. Что касается не работавших трансмиссионных масел, которые встречаются на рынке Украины, то величина их ϵ изменяется в пределах $2,4 \div 2,8$.

Параметр ϵ выступает в качестве интегрального показателя качества как моторных, так и трансмиссионных масел при эксплуатации транспортных машин. Для моторных масел это

обусловлено влиянием на рост величины ε накапливающихся в масле продуктов износа трущихся деталей, воды, частиц неполного сгорания топлива и полярных продуктов окисления.

Трансмиссионные масла работают в режимах высоких скоростей скольжения, давлений и широком диапазоне температур от -30 до $+150$ °С, что, несомненно, приводит к изменению их физико-химического состава, от которого зависит величина ε масла. В основном на увеличение диэлектрической проницаемости трансмиссионных масел в эксплуатации влияет накопление в них продуктов изнашивания деталей агрегатов трансмиссий.

Существенное влияние на процесс накопления этих продуктов оказывает техническое состояние узла трения, удельное давление между трущимися поверхностями и относительная скорость их перемещения, материалы, из которых изготовлены трущиеся детали, и отсутствие системы очистки (фильтров, центрифуг) [6]. Окисление трансмиссионного масла в эксплуатации также приводит к увеличению его диэлектрической проницаемости.

Рассматривая корреляционную связь параметра ε с другими общепризнанными браковочными показателями работающих моторных масел, отметим, что: зависимость « ε – коксуемость» $r = 0,8 \div 0,9$; зависимость « ε – кислотное число» $r = 0,82 \div 0,86$; зависимость « ε – содержание воды» $r = 0,29 \div 0,35$; зависимость « ε – продукты износа» $r = 0,83 \div 0,94$. При эксплуатации транспортных машин наблюдается значительное изменение значений диэлектрической проницаемости в работавших моторных (рис.1 - 2) и трансмиссионных (рис. 3) маслах.

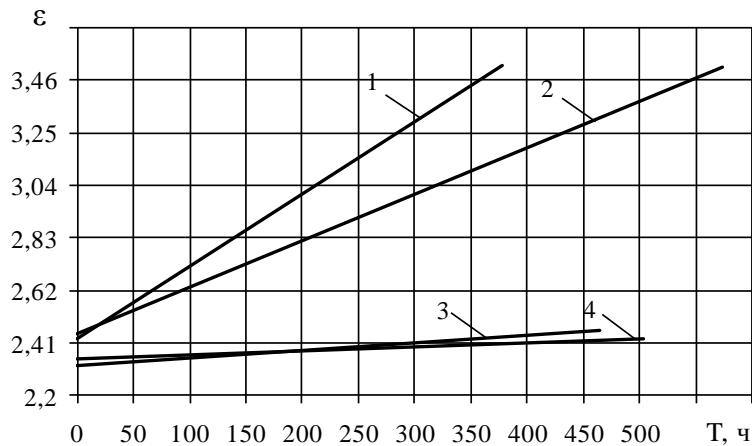


Рис.1. Изменение диэлектрической проницаемости моторных масел от времени работы в двигателе: 1 – ХТЗ 17021 (Азмол Турбо-1 SAE 15W-40); 2 – ХТЗ 17021 (Маст-Экстра Дизель SAE 15W-40); 3 – Komatsu HD 1200-1 (ESSO SAE 15W-40); 4 – БелАЗ 75121-20 (Крол Альфа SAE 10W-40)

У моторных масел «Азмол Турбо 1» SAE 15W-40 API SG/CF-4 и «Маст-Экстра Дизель» SAE 15W-40 API SG/CD (см. рис. 1), которые проработали в двигателе «Дойтц» трактора ХТЗ 17021 при выполнении полевых сельскохозяйственных работ по обработке почвы 378 часов $\varepsilon = 3,52$ и 574 часа $\varepsilon = 3,51$.

Моторное масло ESSOLUBE XT 401 SAE 15W-40 API CF-4 проработало в двигателе автомобиля самосвала Kamatsu HD 1200-1 464 часа $\varepsilon = 2,46$.

Полусинтетическое моторное масло Крол Альфа SAE 10W-40 API CF-4/ SG отработало в двигателе автомобиля БелАЗ 75121-20 503 часа $\varepsilon = 2,43$.

Масло М-10ДМ (ТНК SAE 30) из двигателя автобусов ПА3-4234 пробег которых составил 9984км $\varepsilon = 2,73$ и 15112км $\varepsilon = 2,75$.

В автобусах Богдан-А091 моторные масла Pennasol SUPER TURBO SAE 15W-40 API CF-4 с пробегом 20800 км $\varepsilon = 2,71$, масло ESSOLUBE XT 401 SAE 15W-40 API CF-4 с пробегом 27891км $\varepsilon = 2,71$ и масло COMMA SAE 15W-40 API CF-4 с пробегом 32178 км $\varepsilon = 2,6$.

Моторное масло Mobil Delvac MX SAE 15W-40 API CF-4 Kamatsu HD 1200-1 имеет пробег 5444км $\varepsilon = 2,45$.

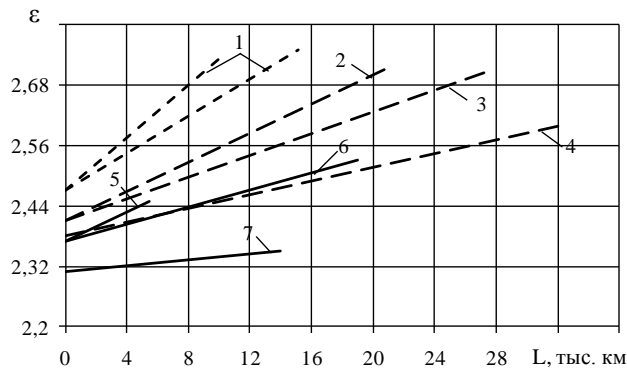


Рис. 2. Изменение диэлектрической проницаемости моторных масел от пробега: 1 – ПАЗ- 4234 (М-10ДМ); 2 – Богдан-А091 (Pennasol SUPER TURBO SAE 15W-40); 3 - Богдан-А091 (ESSOLUBE XT 401 SAE 15W-40); 4 – Богдан-А091(COMMA SAE 15W-40); 5 – Komatsu HD 1200-1 (Mobil Delvac MX SAE 15W-40); 6 – BA3-2109 (Mobil SAE 10W-30); 7- BA3-21124 (Castrol SAE 5W-40)

Автомобиль BA3-2109 моторное масло Mobil SAE 10W-30 API SH/CF пробег составил 19 тыс. км $\epsilon=2,53$ и BA3-21124 масло CASTROL GTX Magnatec SAE 5W-40 API SM/CF пробег 14 тыс. км $\epsilon=2,35$.

Наибольшее значение диэлектрическая проницаемость моторного масла достигает при работе в двигателях трактора (величины ϵ работающих масел выросла, относительно величины ϵ свежего масла, более чем на 44%), что свидетельствует о тяжелых условиях работы и ухудшении основных физико-химических показателях качества (кислотного и щелочного числа, вязкости, концентрации продуктов изнашивания, содержания сажи, температуры вспышки, наличия воды). Во всех остальных случаях рост величина параметра ϵ работающего масла, относительно величины ϵ свежего масла, находится в пределах 5÷15 %.

Диэлектрическая проницаемость трансмиссионных масел, также как и моторных, возрастает пропорционально сроку их эксплуатации, что свидетельствует о постепенном вырабатывании ресурса физико-химических свойств масел, заложенного фирмой изготовителем.

Поэтому, параметр ϵ , можно использовать в качестве критерия работоспособности моторных и трансмиссионных масел, на базе которого может быть разработана методика определения рациональных сроков их замены.

Оценивая трансмиссионное масло ХАДО SAE 80W-90, отобранное из заднего моста седельного тягача «MAN», при пробеге 120 тыс. км $\epsilon=2,55$.

Масло ХАДО SAE 85W-140, отобранное из автобуса ПАЗ-4234, при 150 тыс. км, характеризуется величиной ϵ , равной 2,57.

В автомобиле «ГАЗ»-32213 параметр ϵ масла ХАДО SAE 80W-90 при пробеге 75 тыс. км достигает величины, равной 2,70.

При пробеге автобуса «Богдан»-А091, равному 150 тыс. км, параметр ϵ масла ХАДО SAE 85W-140 равен 2,67.

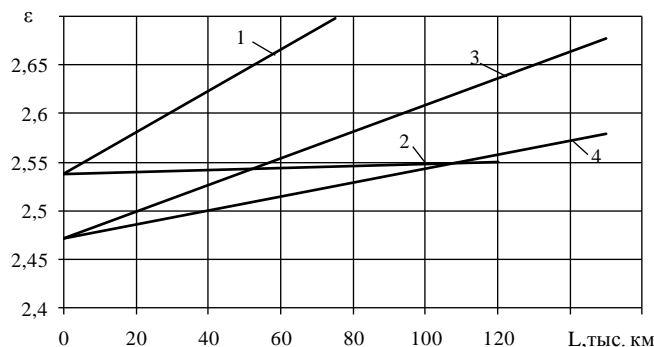


Рис. 3. Изменение диэлектрической проницаемости трансмиссионных масел от пробега: 1 – «ГАЗ»-32213 (ХАДО SAE 80W-90); 2 – «MAN» (ХАДО SAE 80W-90); 3 – «Богдан»-А091(ХАДО SAE 85W-140); 4 – ПАЗ-4234 (ХАДО SAE 85W-140)

Относительно небольшое изменение величины параметра ε при столь внушительном сроке эксплуатации масел объясняется тем, что трансмиссионные масла по сравнению с моторными маслами эксплуатируются в других условиях: отсутствует интенсивное окисление, влияние топлива и продуктов его неполного сгорания. А это, в свою очередь, существенным образом сказывается на образовании в масле полярных веществ, которые в значительной степени влияют на величину параметра ε .

Наибольшее значение диэлектрической проницаемости трансмиссионных масел, из всех рассмотренных, наблюдается при работе в агрегатах трансмиссии автобусов ПАЗ-4234, «Богдан»-А091, «ГАЗ»-32213 (величины ε работающих масел выросла, относительно величины ε свежего масла, более чем на 10%).

В остальных рассмотренных случаях рост величины параметра ε работающего трансмиссионного масла, относительно величины ε свежего масла, находится в пределах 3÷6 %.

Зная предельное и измеренное значения диэлектрической проницаемости, можно уточнить периодичность диагностирования масла или осуществления технического обслуживания транспортных машин (замена масла) по представленной формуле

$$L = \frac{\varepsilon_{\text{гддд}} - \varepsilon_{\text{ддд}}}{\dot{\varepsilon}_{\varepsilon}}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{гддд}}$ – предельное значение диэлектрической проницаемости; $\varepsilon_{\text{ддд}}$ – измеренное значение диэлектрической проницаемости; $\dot{\varepsilon}_{\varepsilon}$ – интенсивность изменения диэлектрической проницаемости за прошедший период эксплуатации.

Выводы

Диагностируя качество моторного и трансмиссионного масла по диэлектрической проницаемости, можно с большей достоверностью утверждать о фактическом состоянии работавшего масла, чем по пробегу (км) или наработке (часах).

При уточнении периодичности диагностирования как моторных, так и трансмиссионных масел или осуществления технического обслуживания транспортных машин необходимо устанавливать предельное значение диэлектрической проницаемости индивидуально для каждого автомобиля, учитывая техническое состояние двигателя и агрегатов трансмиссии, качество применяемого масла и внешние условия эксплуатации автомобиля.

1. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: [учебник для студ. высш. уч. зав.] / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов. – М.: Наука, 2004. – 535с.
2. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – Х.: Высшая школа, 1984. – 312с.
3. Григоров А.Б. Изменение диэлектрической проницаемости дизельных моторных масел в эксплуатации/ А.Б. Григоров, П.В. Карножицкий, И.С. Наглюк // Автомобильный транспорт. – 2007. – №20. – С. 95–97.
4. Григоров А.Б. Уточнение сроков смены моторных масел при их эксплуатации в автобусах «Богдан»-А091 и ПАЗ – 4234 / А.Б. Григоров, И.С. Наглюк, П.В. Карножицкий // Автомобильный транспорт. – 2008. – №23. – С. 85–88.
5. Транспорт, экология – стойкое развитие: материалы XIII международной научно-технической конференции, 8-10 мая 2007г. – Варна: Изд-во тех. ун-та, 2007. – С. 701-708.
6. Караулов А.К. Автомобильные масла. Моторные и трансмиссионные. Ассортимент и применение: [справочник] / А. К. Караулов, Н. Н. Худой. – К.: ООО "Журнал "Радуга", 2000. – 437с.