

АНТИФРИКЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ ПОЛЯРИЗАЦИИ МАСЕЛ - ИННОВАЦИОННЫЙ ФАКТОР МОДЕРНИЗАЦИИ МАШИН

*Д.Н. Любимов, канд.техн.наук, К.Н. Долгополов, канд.техн.наук,
Н.К. Вершинин, инженер
(ООО «Инжиниринговый центр «ЛИК»», г. Сургут,
e-mail: rostexx@rambler.ru)
А.В. Дунаев, канд.техн.наук (ФГБНУ ГОСНИТИ, г. Москва)*

Аннотация. Изложены результаты испытаний «Электронного регулятора трения». Показано, что эффект поля в триботехнике без каких-либо конструктивных изменений узлов трения повышает энергоэффективность машин, оборудования и ресурсосбережение.

Ключевые слова: электричество, смазка, испытания, трение, износ.

Задачей машиностроения являются инновации, минимизирующие энергозатраты в машинах и оборудовании, повышающие их ресурс и надежность. Здесь наименее затратным является совершенствование смазки и смазочных материалов. А одним из эффективных методов управления смазыванием является использование поля, действующего на физико-химические, электрические, магнитные, тепловые процессы в трении [1-3]. Воздействие на эти процессы перспективно для снижения окислительного, адгезионного, коррозионно-механического изнашивания.

Поляризация трибосреды нужна для того, чтобы внешним воздействием сдвинуть ее электропотенциал в оптимальные режимы трения. И здесь нужны надежные, компактные источники электрической поляризации. Ранние методы поляризации неактуальны из-за громоздкости источников. Внедрению поляризаторов мешает недоверие и нежелание небольших затрат даже для будущей большой прибыли.

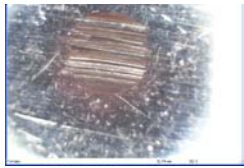
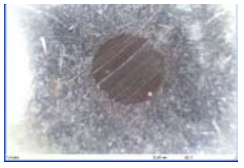


Преимущество поляризации трибосреды перед механической и химической модификаций поверхностей трения и смазок: ее действие постоянно и не ослабевает с изменением условий трения и смазки. Но управление режимами трения может осуществляется только при обратной связи с парой трения. Другая особенность – возможность управления трением: от антифрикционного до фрикционного для ускорения приработки. Третья особенность – универсальность, независимость от смазочного материала, вида сопряжения, нагрузочно-скоростных режимов.

Испытания устройства адаптивного управления смазыванием «Электронный регулятор трения» (патент на полезную модель № 59198, торговые названия Поляризатор, Синергатор, Antitren, Stop Iznos, ЭРТ) выполнены в цикле, регламентированном ГОСТ 30480. Лабораторные испытания выполнены на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) по ГОСТ 9490 и на машине трения торцевого типа по схеме «три вращающихся пальца – диск» по методике Приложения 5 ГОСТ 23.224 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей». В этих испытаниях режим граничной смазки задает работу ЭРТ в наиболее жестких условиях минимальной антифрикционности смазки.

Базовым маслом лабораторных испытаний было медицинское касторовое масло ГОСТ 18102 (полярная, поверхностно-активная среда с высоким йодным числом). Результаты испытаний на ЧШМ приведены в таблице 1.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЭРТ НА ЧШМ

Параметр	без ЭРТ	с ЭРТ
Диаметр пятна износа, мм, при нагрузке 196 Н и времени испытаний 60 мин	$d_{\text{среднее}} = 0,73$ 	$d_{\text{среднее}} = 0,65$ 
Мощность трения, Вт	12	9
Фотография дорожки трения, натертой на МТТ		

По данным таблицы видно, что с уменьшением износа и мощности трения отсутствуют задиры, т.е. с ЭРТ граничная смазочная пленка прочнее держится на поверхности трения.

Стендовые испытания ЭРТ проведены в 2013 г. в Таллинском технологическом университете на стенде, имитирующем работу дизеля, и в политехническом университете СПб на стенде с ДВС ВАЗ-2108. В 2012 г. в Финляндии в сертифицированной лаборатории проведены испытания в режиме длительной загородной езды в постоянном режиме на барабанном диагностическом стенде с автомобилем AUDI A4 (TDI) с дизелем, а также в «ездовом цикле» европейских испытаний (ECE-cycle): «городской цикл» и «загородная езда». В таблице 2 приведены данные о расходах топлива при испытании автомобиля на барабанном диагностическом стенде.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЭРТ НА АВТОМОБИЛЕ

Параметр	без ЭРТ		с ЭРТ	
Скорость	85 км/ч	142 км/ч	85 км/ч	142 км/ч
Часовой расход топлива, (FC), кг/ч	5,57	6,19	4,32	5,96
Удельный расход топлива (SFC), г/кВт·ч	517,6	538,9	416,7	513,7

Как видно, подключение ЭРТ повышает экономичность автомобиля, что наглядно показано и графиками расходов топлива (рисунки 1в, 1г).

В форсированных режимах работы автомобиля влияние ЭРТ меньше. При скорости 85 км/ч экономия топлива составила 22,4%, а при 142 км/ч - 3,7%. Но ЭРТ снижает расход топлива и при пуске ДВС, обуславливает пологую топливную его характеристику независимо от скоростного режима и устойчивую экономию за весь цикл.

В режиме «городская езда» (UDC) непрерывно меняется нагрузочно-скоростной режим ДВС, его останавливают или переводят на холостой ход. Поэтому изменяются толщина смазочной пленки, условия и режимы трения и сопряжения непрерывно переприрабатываются. А ЭРТ каждый раз должен выходить на оптимальный режим, что затруднительно. Отсюда в «ездовом цикле» экономия топлива 4,3% получена только в загородной езде (EUDC).

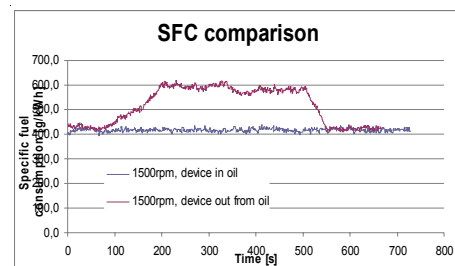
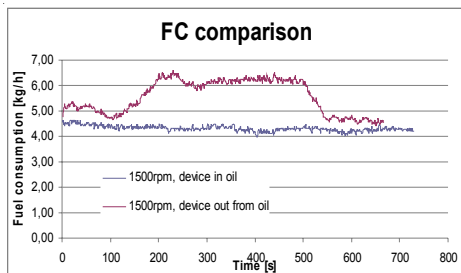
Для минимизации факторов, влияющих на работу автомобиля, и проверки ЭРТ в форсированных режимах проведены стендовые испытания на дизельном ДВС (2000 об/мин, крутящий момент 95 Н·м, рис. 2), где экономия топлива составила несколько более 3,2%.



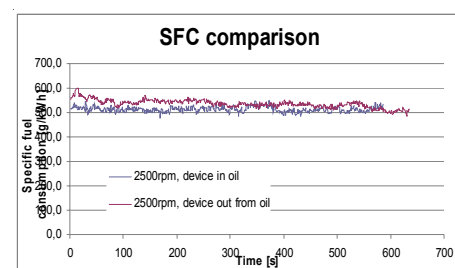
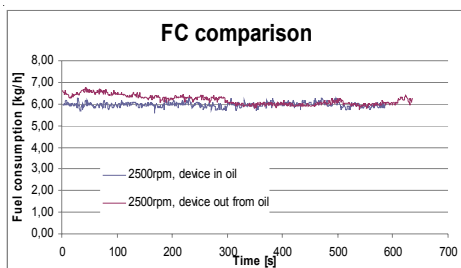
а



б



в



г

Рис. 1. Результаты испытания ЭРТ на автомобиле:

а – стенд диагностический с испытуемой машиной, б – испытательный бокс, в – графики часового и удельного расхода топлива при 85 км/ч, г – то же при 142 км/ч; красные кривые – испытания без ЭРТ, синие – с ЭРТ

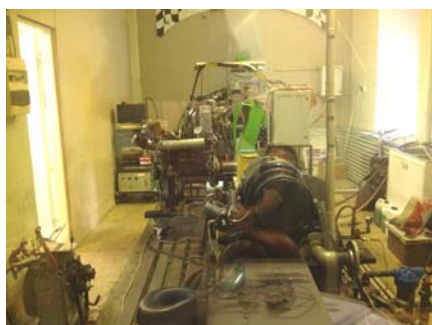


Рис. 2. Стенд испытания дизельного двигателя

Испытания ЭРТ на форсированных режимах работы автомобиля и дизеля показали экономию топлива около 4%, а без форсирования – существенно более высокую экономию. Близкая эффективность ЭРТ показана испытаниями к.т.н. А.Ю. Шабановым в Политехническом университете СПб: через 5 ч работы ДВС ВАЗ-2108 механические потери уменьшились на 5,5%, расход топлива на 4,3%, температура ОГ на $6 \div 10$ °С, содержание СО и СН на 19%, а NO_x увеличилось на

6,53%. Эффективный КПД ДВС вырос на 4,62%, а мощность – на 1%.

Итог: равная экономия топлива на бензиновом и на дизельном двигателе.

В Европе и США принято, что если масло обеспечивает 1,5- 2,3% топливную экономичность в сравнении со стандартным, то оно считается «Energy Conserving» (энергосберегающим). Поэтому и ЭРТ нужно отнести к энергосберегающим.

ЭРТ 11.2012 – 08.2013 г. испытан и на смазке электродвигателей А335L-4У3 (250 кВт) насосной установки водосброса нефтедобычи «Быстринскнефть», где

получена существенная экономия энергии. Аналогичные полугодовые испытания проведены на главных приводах двух пассажирских лифтов ПЛ-500, где экономия электроэнергии 6,1% и 6,5%. Для редукторной группы мешалок варочных реакторов (6,3 м³) в производстве ТСМ (ОАО Ростовский нефтемаслозавод «Рикос») расход электроэнергии снижен на 5,13%.

В наноцентре ГНУ ГОСНИТИ на трибометре TRB-S-DE Швейцарской фирмы SCM-Instruments по схеме «палец - диск» в режиме ступенчатого нагружения проведены испытания восьми образцов рядового моторного масла, пролитого к.т.н. Б.И. Шор через так названный «электронно-каталитический преобразователь топлива» (ЭКТ, рис. 3), разработанный в ГНУ ВИЭСХ инж. И.В. Евграфовым. По его данным, ЭКТ производит частотно-резонансную электромагнитную обработку (7,5-9 кВ, 7-8 кГц).



Рис. 3. Прибор ЭКТ инж. И.В. Евграфова (ГНУ ВИЭСХ ФАНО)

Испытаниями [4] на трибометре (рисунок 4) установлено снижение коэффициента трения с 0,087 для исходного масла до 0,068 для масла, подвергнутого электромагнитному воздействию в ЭКТ.

Следует отметить, что важные исследования трибохимии и трибоэлектричества проведены, например, д.т.н. А.С. Ахматовым, д.т.н. А.Д. Дубининым, к.т.н. Ю.С. Рыбниковым, их весьма эффективная реализация в 70-е гг. выполнена в МАДИ на дизеле ЯМЗ-236, а к.т.н. С.В. Ворониным [3] – на дизелях всей тяжелой горной техники Донбасса. В ГНУ ВИЭСХ для ООО «КВАЛИТЕТ» получено резкое ускорение диспергации в базовых маслах присадок, пропущенных через ЭКТ и его аналоги.

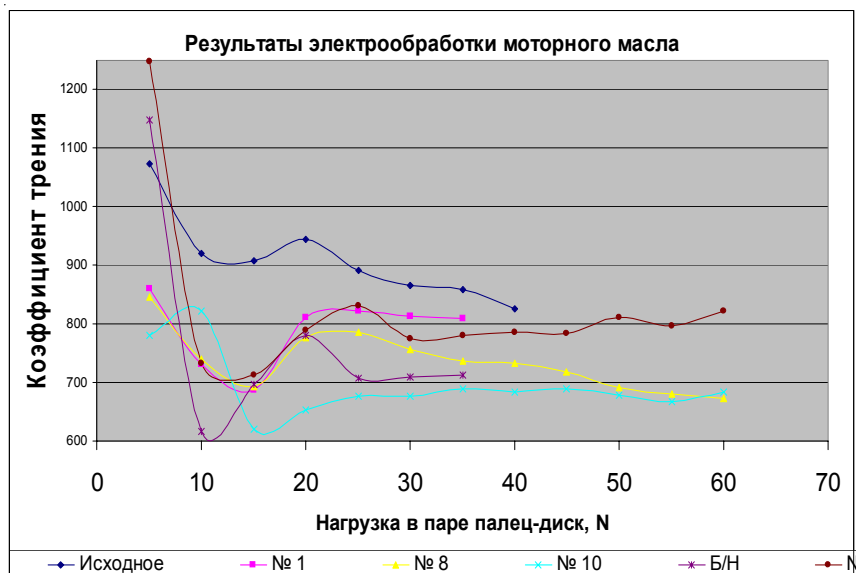


Рис. 4. Коэффициенты трения пары «палец - диск» на трибометре TRB-S-DE в зависимости от нагрузки в моторном масле при скорости скольжения 1 м/с: масло исходное – без электровоздействия, остальные – в различных режимах электрокаталитического преобразователя топлива ЭКТ, через который пропускали масла

Для оптимальной реализации электрополевого воздействия на смазывание требуется уточнение механизма его действия, обоснование режимов работы и места установки ЭРТ. Ошибки могут дать рост трения, изнашивания, развитие коррозии. Поэтому нужно изучение объекта, его электрической схемы, материалов деталей трения, условий их работы, а также лабораторные испытания схемы ЭРТ для конкретного объекта его применения.

На основании работ в трибофизике и трибохимии смазочных материалов [1, 2] выпущено более 400 ЭРТ, изготовлены его модификации, воздействующие на поверхности трения с частотой, обусловленной параметрами трения. Здесь сигнал от ЭРТ динамично адаптируется к режимам трения, повышая защиту сопряжений от износа, сглаживая трение даже при срыве масляного клина.

Аспект триботехнической поляризации масел позволяет экономить значительные средства на ремонт машин, оборудования и на энергоносители.

Литература

1. D.N. Lyubimov, K.N. Dolgoplov, L.S. Pinchuk. Micromechanism of Friction and Wear. Introduction to Relativistic Tribology. – Berlin: Springer, 2013. Series in Materials Science, vol. 176– 219 p.
2. Любимов Д.Н., Пинчук Л.С., Долгополов К.Н. Квантовая трибофизика. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 294 с.
3. Лысыков Е.Н., Косолапов В.Б., Воронин С.В. Надмолекулярные структуры жидких смазочных сред и их влияние на износ технических систем. — Харьков: ЭДЭНА, 2009. — 274 с.
4. Дунаев А.В. Нетрадиционная триботехника. Модификация поверхностей трения. Lambert Academic Publishing, 2013, 270 с.

ANTIFRICTION THE POLARIZING EFFECT OF THE OILS - - INNOVATIVE FACTOR OF MODERNIZATION OF MACHINES

D.N. Lubimov¹, K.N. Dolgoplov¹, N.K. Vershinin¹, A.V. Dunaev²
1 - LLC «Engineering center «LIK»» (Surgut), E-mail: rostexx@rambler.ru
2 - GNU GOSNITI Russian Academy of agricultural Sciences, Moscow

Annotation. *The results of tests «Electronic regulator of friction». It is shown that the effect of fields in science in tribology without any structural changes of friction increases the efficiency of machinery, equipment and resources.*

Keywords: *electricity, lubrication, testing, friction, wear.*

References

1. D.N. Lyubimov, K.N. Dolgoplov, L.S. Pinchuk. Micromechanism of Friction and Wear. Introduction to Relativistic Tribology. - Berlin: Springer, 2013. Series in Materials Science, vol. 176 - 219 p.
2. D.N. Lyubimov, L.S. Pinchuk, K.N. Dolgoplov Quantum tribophysical. - Rostov-on-don: Publishing house of the southern Federal University, 2012. - 294 p.
3. E.N. Lysikov, V.B. Kosolapov, S.V. Voronin. Supramolecular structure of liquid lubricant and their influence on wear of technical systems. - Kharkov: of EDEN, 2009. - 274 p.
4. A.V. Dunaev. Unconventional tribotechnics. Modifikacija friction surfaces. Lambert Academic Publishing, 2013, 270 p.