

УДК 621.89; 534.32:531

ДИАГНОСТИКА РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ
УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

С.В. КОРОТКЕВИЧ, *О.В. ХОЛОДИЛОВ, *В.В. ВРУБЛЕВСКАЯ,
**В. В. КРАВЧЕНКО

РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО»

*УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

**УО «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Ф. Скорины»
Гомель, Беларусь

Безопасность и надёжность эксплуатации автомобиля во многом определяется состоянием ДВС, которое зависит в том числе и от физико-химических и триботехнических характеристик используемых моторных масел.

Основная идея «экономного» управления двигателем состоит в том, что электронный блок управления постоянно контролирует режимы эксплуатации двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и за счёт реализации обратной связи подстраивает его параметры так, чтобы двигатель работал наиболее эффективно.

Первая, подобного рода электронная система управления ДВС была реализована на автомобиле BMW 732i в 1978 г. [1]. Сегодня такие системы устанавливаются на последних моделях автомобилей марок Volvo и BMW [2]. Суть этих разработок фирмами-производителями не раскрывается в связи с экономическими соображениями, однако, основные черты этих систем сводятся к следующему. Датчики контролируют работу различных механизмов автомобиля и, в случае неисправности, регистрируемый сигнал поступает в электронную систему управления двигателем в виде кода ошибки и переводит эксплуатацию ДВС в более облегчённый режим с соответствующим указанием водителю о неисправности [3].

Разработанные к настоящему времени методы диагностики позволяют сделать заключение о состоянии объекта, после того, как начался процесс его разрушения. Естественно, что такая информация не соответствует современным требованиям автомобилестроения, т. к. носит общий характер и не указывает конкретное место, где происходит разрушение.

В связи с этим ставится задача разработки новых методов оперативной диагностики ДВС. Средства, их реализующие, должны быть надёжными, относительно дешевыми для установки в каждом автомобиле,

должны давать достоверную информацию для принятия решения о режиме эксплуатации ДВС и замене масла по фактическому его состоянию.

Одним из таких методов является метод электрофизического зондирования, который, в принципе, позволяет осуществлять диагностику путем контроля состояния углеродных отложений (УО), возникающих при эксплуатации ДВС.

Во всех двигателях внутреннего сгорания, независимо от их класса и типа, при эксплуатации образуются различного вида УО, что является одной из главных причин снижения долговечности, надежности и экономичности работы двигателей. Углеродистые отложения нарушают процесс сгорания, увеличивают износ трущихся деталей и могут вывести из строя отдельные детали и даже целые узлы двигателя – камеры сгорания, форсунки, свечи, поршневые кольца, клапаны, подшипники и др. Наиболее опасны УО, образовавшиеся в канавках колец, т. к. они могут нарушить свободное движение колец. Из всех трущихся деталей наибольшему износу в поршневом ДВС подвергаются поршневые кольца.

Ранее [4] была показана возможность оценивать свойства граничных смазочных слоёв при точечном контакте с использованием метода электрофизического зондирования. Метод нашёл своё развитие при анализе кинетики срабатывания многофункциональных присадок, что позволяет оценивать триботехническую эффективность моторных масел [5]. Логическим продолжением развития метода является оценка кинетики изменения состояния УО в процессе эксплуатации реальных объектов, таких как ДВС. Результатом диагностики данным методом может быть как рекомендация о замене смазочного материала при срабатывании комплекса присадок, так и ограничение режимов эксплуатации машин и механизмов для предотвращения их катастрофического разрушения.

Ранее авторами были описаны методика исследования физико-механических свойств граничных смазочных слоёв различного функционального назначения при точечном контакте [6], изучены формирования лакообразных слоёв при повышенных температурах, их фрикционные и физико-механические свойства, кинетика формирования и разрушения граничных смазочных слоёв трансмиссионных, моторных и пластичных смазочных материалов при точечном и множественном контакте [7].

Были разработаны 4-проводные электрические схемы и методики электрофизического зондирования, акустической эмиссии, позволяющие диагностировать состояние и триботехнические свойства трибосистемы в широком диапазоне скоростей и нагрузок.

Комплексный анализ состояния граничных смазочных слоев (ГСС) по параметрам электрофизического зондирования, акустической эмиссии, фрикционным характеристикам, температуре в режиме реального времени позволил изучать механизм формирования физически адсорбируемого слоя и его фазовый переход в хемосорбируемый слой, кинетику окисления

хемосорбируемого слоя и срабатывание химически активных присадок, деструкцию и испарение молекул ГСС с поверхности раздела.

Показано, что в результате ужесточения нагрузочного режима испытания, даже в базовом масле, не содержащем присадок, гудроне, происходят структурные изменения ГСС, приводящие к его самоорганизации и фазовому переходу с формированием хемосорбированного слоя.

Анализ параметров акустической эмиссии и электрофизической проводимости ГСС позволил определить режимы его состояния. Достижение критических значений этих параметров при жёстких режимах испытаний масел позволил установить критерии оценки противозадирной стойкости и термоокислительной стабильности моторных масел, что важно для осуществления неразрушающего контроля состояния трибосопражения.

В работе дано обоснование использования методов электрофизического зондирования для управления режимами эксплуатации машин и механизмов в зависимости от состояния граничного смазочного слоя и углеродистых отложений. Предложены методы диагностики режимов эксплуатации ДВС и разработаны схемы электрических устройств диагностики ДВС в системах цилиндр-поршень и коленчатый вал. Проведён анализ эффективности данных схем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тур, Е. Я.** Устройство автомобиля / Е. Я. Тур, К. Б. Серебряков, Л. А. Жолотов. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В. М. Власов [и др.] – М. : Издательский центр «Академия». – 2004. – 480 с.
3. **Епифанов, Л. И.** Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / Л. И. Епифанов, Е. А. Епифанова. – М. : Форум: Инфра-М. – 2003. – 280 с.
4. **Короткевич, С. В.** Анализ фрикционных и механических свойств граничных смазочных слоёв с использованием методов электрофизического зондирования : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.04. ИММС НАНБ, Гомель : 2002. – 21 с.
5. Анализ противозадирных свойств моторных масел / Холодилов О.В. [и др.] // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2006. – № 12. – С. 6–15.
6. **Кончиц, В. В.** Температурные испытания граничных слоев с использованием метода контактного электросопротивления / В. В. Кончиц, Ю. Е. Кирпиченко, С. В. Короткевич // Трение и износ. – 1996 – т. 17. – № 4. – С. 513–526.
7. Оценка триботехнической эффективности пластичных смазочных материалов с использованием методов электрофизического зондирования / Мартыненко С. М. [и др.] // Известия НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2004. – № 3. – С. 24–27.