

УДК 629.1

СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭДС

*И.Р. Салахутдинов, кандидат технических наук, доцент,
8(84235) 2-07-27, ilmas.73@mail.ru*

*А.А. Глущенко, кандидат технических наук, доцент,
8(8422) 55-95-13, oildel@yandex.ru*

*М.М. Замальдинов, кандидат технических наук, доцент,
8(84235) 2-07-27, zamaldinov.marat@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

*Д.С. Швецов, магистрант 1 года обучения инженерный
факультет,
тел. 89124256899, d.shvecov@mail.ru*

*А.И. Мул, студент 5 курса НТТС инженерный факультет,
тел. 89272709919, Alex.mul@bk.ru*

Технологический институт филиал - ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: *Трибодиагностики, электродвижущая сила, способы, методы, приборы, измерительные комплексы.*

Работа посвящена анализу существующих способов и методов трибодиагностики узлов и сопряжений, предложена классификация приборов и комплексов. Установлено, что наиболее перспективными методами трибодиагностики являются электрические. В основном принцип основан на определении величины ЭДС. Установлено, что для реализации измерений ЭДС в двигателях внутреннего сгорания их использование не возможно, в частности по причине наличия вращающихся и возвратно-поступающих движений деталей.

Введение. Трибодиагностика включает комплекс методов и средств получения количественной информации о состоянии объекта, качестве рабочих поверхностей его деталей, степени их износа, и т.п., необходимой для контроля, прогнозирования, поиска дефектов, регулирования отдельных узлов трения и машин и механизмов в целом [1-7].

Среди методов трибодиагностики наиболее перспективными на сегодня являются электрические методы [8, 9]. Анализ выданных патентов в период с 2000 по 2020 гг. по трибодиагностике показывает, что наиболее интенсивно развивающимися являются электрические методы (около 30 %).

Сущность электрических методов трибодиагностики заключается в оценке состояния триботехнической системы по параметрам электр-

трических процессов - диагностических признаков, значения которых определяются характером протекающих в зонах трения процессов и соответственно техническим состоянием системы [8-10].

Материалы и методы исследований. Интенсивное развитие электрических методов трибодиагностики обусловлено рядом их достоинств, в число которых входят:

- универсальность (возможность решения различных задач контроля и прогнозирования состояния отдельных элементов трибосопряжения и узлов трения в целом);
- безынерционность по отношению к процессу трения;
- простота реализации (не требуются специальные преобразователи, электронное средство диагностирования подключается непосредственно к трущимся деталям);
- простота формирования и обработки сигналов измерительной информации (электрический сигнал о состоянии объекта поступает непосредственно из зон трения его деталей, легко преобразуется, оценивается и обрабатывается с помощью типовых электронных цепей, универсальных электроизмерительных приборов и систем).

С учетом специфики назначения и предъявляемых требований электронные средства диагностирования условно подразделяют на группы:

- средства, предназначенные для комплексных трибологических исследований и испытаний, а также трибодиагностики в лабораторных условиях;
- средства, предназначенные для экспресс-диагностики и испытаний трибообъектов в производственных условиях;
- средства, предназначенные для контроля и мониторинга объектов в процессе эксплуатации с целью предотвращения аварийных отказов.

Объект контроля непосредственно подключается к средству диагностирования, определяющему в соответствии с решаемой задачей характеристики флуктуаций ЭДС (генераторные методы) или электрических параметров - сопротивление, проводимость, емкость, диэлектрическую проницаемость и т.п. (электропараметрические методы). Важным является то, что диагностическая информация поступает непосредственно от трибосопряжения, что значительно расширяет возможности метода [8, 9].

Классификации имеющегося большого разнообразия измерительных приборов можно провести по различным признакам. Рассмотрим одну из них, руководствуясь технической сущностью и практическим применением приборов для измерения ЭДС.

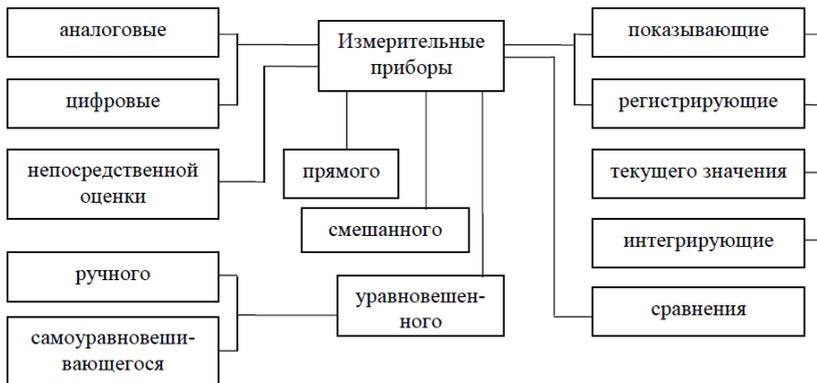


Рисунок 1 - Классификация средств измерений ЭДС

В процессе измерения любым прибором осуществляется сравнение измеряемой величины с однородной величиной, принятой за единицу. В зависимости от способа сравнения, заложенного в принципе работы приборов, их делят на приборы сравнения (в них происходит сравнение мерой) и приборы непосредственной оценки, имеющие заранее градуированную в единицах измеряемой величины шкалу. При этом они будут различаться еще и по своей структуре.

Результаты исследований и их обсуждение. На практике для измерения ЭДС чаще всего пользуются вольтметром. Для этого собирается простейшая схема (рис. 2 а). Источник тока обладает ЭДС равной ε и внутренним сопротивлением r , сопротивление вольтметра - R . При замыкании цепи в ней возникает электрический ток силой I . При этом применяется закон Ома для замкнутой цепи:

$$I \cdot r + I \cdot R = \varepsilon \quad (1)$$

Показание вольтметра U равно падению напряжения на нем: $U = I \cdot R$. Выразив показания вольтметра из (1), получим

$$U = \varepsilon - I \cdot r = \frac{\varepsilon \cdot R}{R + r} \quad (2)$$

Для практического использования применяют следующую схему (рис.2 б).

Экспериментальная установка отличается от рассматриваемой выше тем, что имеется разъемное соединение для подключения раз-

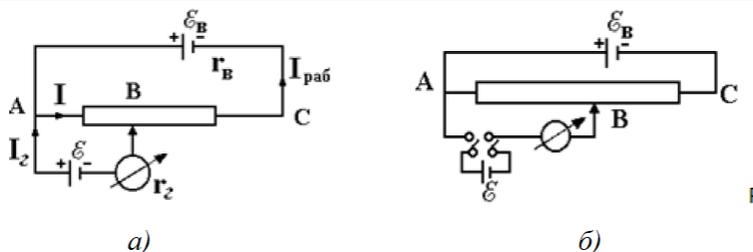


Рисунок 2 - Компенсационная схема измерения ЭДС:
а - теоретическая; б - экспериментальная

личных ЭДС (рис. 1). После включения установки передвигают контакт B до установления стрелки гальванометра Γ на нуль. Схема при этом оказывается уравновешенной. Так как реохорд представлен однородной проволокой, то сопротивления R_{ABx} и R_{ABz} пропорциональны длинам этих участков l_{ABx} и l_{ABz} . В этом случае ЭДС определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_z \frac{l_{ABx}}{l_{ABz}}. \quad (3)$$

Следует отметить, что не смотря на широкое применение существующих методов и средств трибодиагностики в различных отраслях промышленности, в области эксплуатации автомобильного транспорта и, в частности, эксплуатации автомобильных двигателей, они нуждаются в развитии.

Заключение. Анализ существующих способов определения ЭДС показывает, что для реализации измерений ЭДС в двигателях внутреннего сгорания их использование не возможно, в частности по причине наличия вращающихся и возвратно-поступающих движений деталей. Исходя из этого требуется разработка измерительного комплекса для определения ЭДС в двигателях.

Библиографический список:

1. Методы управления трением и изнашиванием материалов в условиях возникновения контактной разности потенциалов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глушченко, М.М. Замальдинов, А.П. Никифоров // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С.125-127.

2. Процесс образования контактной разности потенциалов в сопряжении «поршневое кольцо – гильза цилиндров» / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов, А.В. Лисин // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С.128-130.
3. Электрохимические явления в сопряжениях ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.П. Никифоров, А.В. Лисин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы IX Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – С. 257-261.
4. Приборное обеспечение исследований величины ЭДС в двигателях внутреннего сгорания / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.П. Никифоров, А.В. Лисин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы IX Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – С. 253-256.
5. Салахутдинов И.Р. К вопросу возникновения электродвижущей силы в сопряжениях двигателей внутреннего сгорания/ И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.В. Лисин, А.П. Никифоров// Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. 2019. С. 96-99.
6. Салахутдинов И.Р. Формирование концептуального подхода к снижению электрохимического износа в сопряжениях двигателя внутреннего сгорания/ И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, Д.С. Швецов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. 2019. С. 111-117.
7. Салахутдинов И.Р. К измерению разности потенциалов трущихся металлических поверхностей/ И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, Д.Н. Алексеев // Актуальные проблемы аграрной науки: состояние и тенденции развития: Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 250-254.
8. Подмастерьев, К.В. Состояние и инструментальное обеспечение электрических методов мониторинга узлов трения / Известия ТулГУ. Технические науки. - 2012. - Вып. 7. - С. 221-234.
9. Подмастерьев, К.В. Универсальные электронные средства трибомониторинга / К.В. Подмастерьев, Е.В. Пахолкин, В.В. Мишин // Гидродинамическая теория смазки - 120 лет: Труды Международного научного симпозиума. - Орел: ОрелГТУ. - 2006. - С.267 - 277.

10. Уханов, Д.А. Наведённая ЭДС – критериальный показатель минимальной частоты вращения коленчатого вала поршневого ДВС / Д.А. Уханов, А.П. Уханов, В.А. Перов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. г. Ульяновск. №1 (41). Январь 2018. Стр. 21-25.

WAYS AND METHODS OF MEASUREMENT OF THE EMF

*Salakhutdinov I. R., Glushchenko A. A., Zamaldinov M.M.,
Shvetsov D.S., Mul. A.I.*

Key words: *tribodiagnosics, electromotive force, methods, devices, measuring complexes.*

The work is devoted to the analysis of existing methods and methods of tribodiagnosics of nodes and interfaces, the classification of devices and complexes is proposed. It is established that the most promising methods of tribodiagnosics are electric. Basically, the principle is based on determining the EMF value. It is established that for the implementation of EMF measurements in internal combustion engines, their use is not possible, in particular due to the presence of rotating and reciprocating movements of parts.