

УДК 629.1

К ИЗМЕРЕНИЮ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ТРУЩИХСЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Салахутдинов И.Р., кандидат технических наук, доцент,
88422559513; iltac73@mail.ru*

*Глуценко А.А., кандидат технических наук, доцент,
88422559513; oildel@yandex.ru*

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Алексеев Д.Н., ЭТз-51

Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: *трущиеся поверхности, электроны, работа выхода, контактная разность потенциалов.*

В статье рассмотрен процесс образования контактной разности потенциалов между двумя контактирующими металлическими поверхностями на основании работы выхода электрона. Это позволило определить условия для измерения контактной разности потенциалов в реальных сопряжениях.

Введение. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой совокупность сопряжений, детали которых во время работы совершают перемещение относительно друг друга с различной скоростью и направлением. В процессе движения одного тела относительно другого по причине значительного взаимного влияния частиц рабочих поверхностей трущихся тел происходит непрерывное превращение энергии поступательного движения в энергию волновых и колебательных движений частиц. Это приводит к возникновению термоэлектронных, термических и других явлений. Результатом их влияния является снижение ресурса работы сопряжений по причине разрушения трущихся поверхностей. То есть можно сказать, что процесс трения качественно характеризуется термоэлектронными, термическими и другими физическими явлениями, а количественно – коэффициентом и величиной силы трения и износом трущихся поверхностей. Поэтому для повышения надежности и ресурса работы необходимо определять величину возникающих в сопряжениях процессов.

Материалы и методы исследований. Любое сопряжение трущихся узлов двигателя представляет собой такое соединение, при котором электроны могут свободно переходить от одной металлической поверхности к другой (рис. 1). После установления равновесия электроны

в каждом из металлов сопряжения должны иметь общий химический потенциал. Это происходит в результате мгновенного перехода заряда с поверхности одного металла на поверхность другого. Поверхностный заряд на каждом металле создает внутри него дополнительный потенциал в силу перехода электронов с одного энергетического уровня на другой, более высокий. То есть в одном металле происходит «повышение» глубинного уровня, к которому переходят электроны, а в другом «понижение» глубинного уровня, с которого переходят электроны, вместе с химическим потенциалом [1, 2].

В силу того, что произошла передача заряда, оба металла сопряжения уже не будут иметь равные электростатические потенциалы. Разность потенциалов между любыми участками сопрягаемых металлических поверхностей можно выразить через работы выхода электронов. То есть, если электрон вывести через металл одного тела с определенного уровня Ферми с работой выхода W , и затем ввести его в другой металл на такой же уровень Ферми, с работой W' , то для сохранения энергии должно существовать внешнее электрическое поле, совершающее над электроном работу $W - W'$. Отсюда следует, что между двумя металлическими поверхностями должна существовать разность потенциалов

$$-e(\varphi - \varphi') = W - W' \quad (1)$$

где e - заряд электрона, Кл; φ - электростатический потенциал металла с выходом электрона; φ' - электростатический потенциал металла с входом электрона.

Поскольку электроны могут прийти к равновесию только при наличии контакта двух металлических поверхностей, разность потенциалов называется контактной.

Анализ соотношения (1) показывает, что наиболее простым способом измерения работы выхода металла может служить измерение разности потенциалов между ним и металлом с известной работой выхода. Однако такой замер невозможно провести, соединив две металлические поверхности гальванометром. Поскольку если бы разность потенциалов сохранилась, то тогда в замкнутом контуре должен существовать электрический ток без поддерживающего его источника энергии, что противоречит происходящему в сопряжении процессу [1-7].

Результаты исследований и их обсуждение. Исходя из вышеизложенного видно следующее. При соприкосновении двух металлических поверхностей будет образован плоскопараллельный конденсатор,

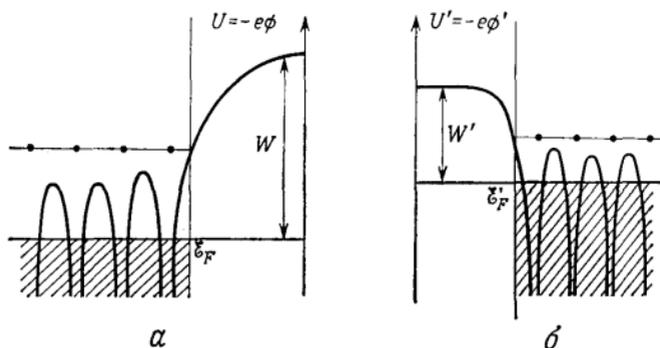


Рисунок 1 - Схема возникновения контактной разности потенциалов: а - электростатический потенциал металла с работой выхода электрона W и энергией Ферми ϵ_F ; б - электростатический потенциал металла с работой выхода электрона W' и энергией Ферми ϵ'_F

между поверхностями которого существует разность потенциалов U . Тогда на единицу площади будет приходиться заряд, равный

$$g = \frac{E}{4\pi} = \frac{U}{4\pi l}, \quad (2)$$

где l - расстояние между поверхностями контактирующих металлов, мкм.

Если поверхности соединены, и к ним не приложено постороннее напряжение, то разность потенциала между ними будет контактной разности потенциалов U_k . В случае изменения расстояния l между поверхностями контактная разность потенциалов меняться не будет. Тогда для обеспечения сохранения равенства

$$g = \frac{U_k}{4\pi l}, \quad (3)$$

между поверхностями должен перетекать заряд. В этом случае, измеряя поток заряда можно определить контактную разность потенциала. Это может быть реализовано включением в измерительный прибор источник электродвижущей силы (рис. 2).

Выводы. Полученные зависимости показывают, что измерение



Рисунок 2 - Измерение контактной разности потенциалов

контактной разности потенциалов возможно при наличии в измеряемой цепи источника э.д.с.

Библиографический список:

1. Прейс, Г.А. Электрохимические явления при трении металлов /Г.А. Прейс, А.Г. Дзюб//Трение и износ. – 1980. Т.1. - №2. – С.217-235.
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.128-131.
3. Рыжкин, А.А. Об электрических явлениях при трении /А.А. Рыжкин, В.Э. Бурлаков. – Вестник ДГТУ, 2011, - Т.11, - №9 – С. 1564-1573.
4. Методы управления трением и изнашиванием материалов в условиях возникновения контактной разности потенциалов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, 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.
5. 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.
6. Салахутдинов, И.Р. К процессу образованию контактной разности потенциалов в сопряжениях ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: материалы Национальной научно-практической конференции. – Димитровград, 2018. – С. 273-277.
7. Салахутдинов, И.Р. Электрохимические явления в ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: ма-

териалы Национальной научно-практической конференции. – Димитровград, 2018. – С. 277-282.

TO MEASURE THE POTENTIAL DIFFERENCE THE FRICTION OF METAL SURFACES

Salakhutdinov I. R., Glushchenko A. A., Alekseev D.N.

Key words: *rubbing surfaces, electrons, output operation, contact potential difference.*

The article considers the process of formation of a contact potential difference between two contacting metal surfaces on the basis of the electron output operation. This allowed us to determine the conditions for measuring the contact potential difference in real conjugations.