

УДК 656.11

ОБЩИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭЛЕТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗНОСА В СОПРЯЖЕНИЯХ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

И.Р. Салахутдинов, кандидат технических наук, доцент, тел. 8(8422) 55-95-13, iltmas.73@mail.ru;

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

А.В. Лисин, магистрант 1 курса инженерного факультета, тел. 8(8422) 55-95-13, nice.lisin@yandex.ru;

*А.П. Никифоров, магистрант 1 курса инженерного факультета, тел. 8(8422) 55-95-13, а.п.31.oktabr.1996@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: коэффициенты, параметры, ряд Тейлора, износ, ресурс.

В статье рассмотрен обобщенный подход к выбору материалов поверхностей трения сопряжений двигателя внутреннего сгорания. Предлагается проводить исследования по выбору материалов с использованием коэффициентов, характеризующих технологические параметры выбираемого материала. Для определения оптимальных параметров предложено использование ряда Тейлора с последующим графическим отображением оптимальных значений выбираемых коэффициентов.

Введение. Одной из причин снижения ресурса работы двигателей внутреннего сгорания современных тракторов и автомобилей является износ их сопряжений в силу термоэлектронных, термических и других явлений, возникающих в процессе взаимного перемещения трущихся поверхностей деталей [1,2]. Последствием возникновения этих явлений является электрохимический износ трущихся пар [3-5]. Одним из направлений снижения негативного влияния этих явлений является использование современных материалов, обладающих диэлектрическими свойствами при равных значениях твердости и износостойкости штатных материалов, используемых в двигателях. Однако обоснование выбора данных материалов требует научно обоснованного подхода.

Материалы и методика исследований. Для решения этой проблемы при проведении исследований предлагается использовать коэффициенты, характеризующие параметры выбираемого материала, которые

определяются согласно принципа разложения функции выходной координаты (следствия) в ряд Тейлора в окрестности рабочей точки по набору входных координат (причин) [6]. В этом случае за координаты рабочей точки принимаются регламентные значения технологических переменных свойств выбираемого материала, которые обеспечивают режим нормальной эксплуатации сопряжений двигателя внутреннего сгорания (ДВС). В основу метода положено, что при разложении в ряд Тейлора будут использованы только линейные (первые) члены этого разложения.

Принцип линеаризации является современным базовым принципом представления оптимального функционирования модели с целью управления процессами, происходящими в трущихся сопряжениях, путем выбора рациональных конструктивно-технологических параметров используемого материала. В этом случае отклонение от точки, характеризующей режим нормальной эксплуатации сопряжения, по причине выбираемых свойств используемого материала может либо не выходить за пределы линейности, либо вкладом от появляющихся нелинейностей можно пренебречь.

Для наглядности проиллюстрируем выше изложенное графически. Предположим, что нас интересуют такие выходные переменные как величина износа $I_{\text{ВЫХ}}$ и ресурс работы сопряжения $Q_{\text{ВЫХ}}$. В этом случае их общие неявные зависимости от входных переменных, характеризующих свойства выбираемого материала, F , R и S могут быть представлены в виде:

$$I_{\text{ВЫХ}} = \Phi_1(F, R, S) \quad (1)$$

$$Q_{\text{ВЫХ}} = \Phi_2(F, R, S) \quad (2)$$

Тогда, согласно линейного разложения в ряд Тейлора, внутри области малых отклонений Δ (приращений) для входных координат $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$ и $\Delta Q_{\text{ВЫХ}}$ можно записать:

$$\Delta I_{\text{ВЫХ}} = \left(\frac{\partial \Phi_1}{\partial F} \Delta F + \frac{\partial \Phi_1}{\partial R} \Delta R + \frac{\partial \Phi_1}{\partial S} \Delta S \right) \quad (3)$$

$$\Delta Q_{\text{ВЫХ}} = \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial F} \Delta F + \frac{\partial \Phi_2}{\partial R} \Delta R + \frac{\partial \Phi_2}{\partial S} \Delta S \right) \quad (4)$$

В выражениях (3) и (4) частные производные будут соответствовать искомым коэффициентам:

$$K_{12} = \frac{\partial \Phi_1}{\partial F}; \quad K_{22} = \frac{\partial \Phi_1}{\partial R}; \quad K_{32} = \frac{\partial \Phi_1}{\partial S}; \quad (5)$$

$$K_{13} = \frac{\partial \Phi_2}{\partial F}; \quad K_{23} = \frac{\partial \Phi_2}{\partial R}; \quad K_{33} = \frac{\partial \Phi_2}{\partial S}. \quad (6)$$

Результаты исследований. При проведении исследований эти

частные производные (коэффициенты) будут находиться как соответствующие касательные к рабочей точке режима нормальной эксплуатации. Рабочая точка и диапазон режима нормальной эксплуатации должны быть представлены на статической характеристике для выбранного K_{ij} канала преобразования информации (рис. 1).

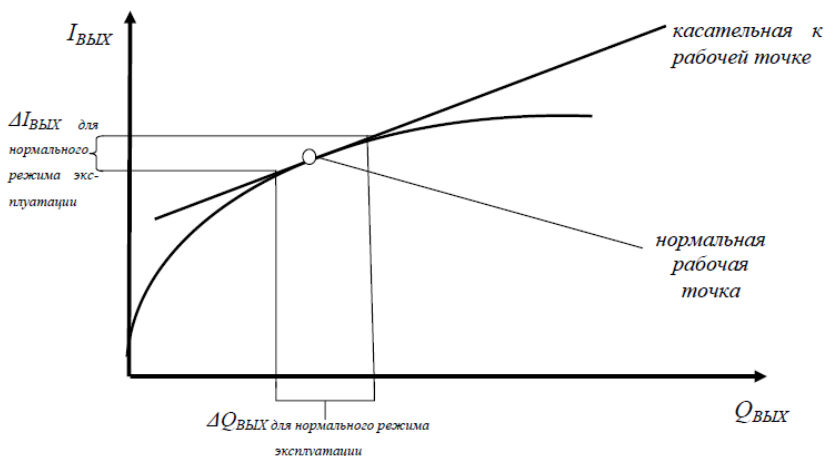


Рисунок 1 - Статическая характеристика процесса эксплуатации

Определение полного набора значений коэффициента K_{ij} для сопряжения ДВС может быть осуществлено *методом планирования экспериментов* путем определения и построения уравнения регрессии [7].

Заключение. Использование предлагаемых уравнений соответствует линейной аппроксимации нелинейных статических характеристик в области рабочего диапазона нормальной эксплуатации сопряжений двигателя внутреннего сгорания с учетом параметров выбираемого материала. Что позволит выбрать материал для трущихся поверхностей сопряжений обеспечивающих снижение их износа и повышение ресурса работы, как сопряжений, так и двигателя внутреннего сгорания в целом.

Библиографический список:

1. Методы управления трением и изнашиванием материалов в условиях возникновения контактной разности потенциалов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глуценко,

- М.М. Замальдинов, А.П. Никифоров // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2017. – С.125-127.
2. Методы управления трением и изнашиванием материалов сопряжений в условиях электрохимических явлений / 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. 250-252.
 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. 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.
 5. 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.
 6. Иванилов Ю.П., Математические модели в экономике./ Ю.П. Иванилов., А.В Лотов - М.: “Наука”, 1989.
 7. Бергстром А., Построение и применение экономических моделей. - М.: “Прогресс”, 1970.

GENERAL APPROACH TO THE SELECTION OF MATERIALS FOR REDUCTION OF ELECTROCHEMICAL WEAR IN THE CONNECTION OF INTERNAL COMBUSTION MOTOR

Salakhutdinov I.R., Glushchenko A.A., Lisin A.V., Nikiforov A.P.

Keywords: *coefficients, parameters, Taylor series, wear, re-surs.*

The article describes a generalized approach to the choice of materials for the friction surfaces of the interfaces of an internal combustion engine. It is proposed to conduct research on the choice of materials using coefficients characterizing the technological parameters of the chosen material. To determine the optimal parameters, the use of the Taylor series with the subsequent graphic display of the optimal values of the selected coefficients was proposed.