

смазок в составе универсальных шарниров карданных передач автомобилей МАЗ. Определены экономические аспекты использования разработанных наносмазок взамен металлосодержащих материалов импортного производства. Разработаны нормативные документы, регламентирующие процессы изготовления и применения новых смазочных материалов.

Литература

1. Истинская, Н.И. Топливо масла и технические жидкости / Н.И. Истинская, В.Л. Кузнецов. – М.: Колос, 1989. – 303 с.
2. Виппер, А.Б. Зарубежные масла и присадки / А.Б. Виппер, А.В. Виленкин. – М.: Химия, 1981. – 354 с.
3. Воробьева, С.А. Влияние высокодисперсных металлоплакирующих присадок на антифрикционные и противоизносные свойства моторного масла / С.А. Воробьева // Трение и износ. – 1996. – Т. 17. – № 6. – С. 827 – 831.
4. Виноградова, И.Э. Противоизносные присадки к маслам. / И.Э. Виноградова. – М.: Химия, 1972. – 272 с.
5. Struk, V.A. Carbon modifier for mineral oils. / V.A. Struk, E.V. Ovchinnikov, S.U. Kukla. // International conference BALTRIB'99. Kaunas. – 1999. – P. 124 – 126.

УДК 621.43

МИКРОПРОФИЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА

В. В. Кострицкий, А. Л. Лисовский

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Представлен теоретический анализ механизма действия микрорельефа с позиций теории гидродинамической смазки по созданию минимальной, но необходимой толщины масляного слоя в сопряжении «поршневое кольцо – цилиндр» для обеспечения жидкостного трения [1].

Предложена расчетная схема для сопряжения «поршневое кольцо – цилиндр» (рис. 1).

Расчетная схема имеет вид горизонтальной плоскости (кольцо), движущейся на слое жидкости вдоль наклонной плоскости и горизонтальной плоскости на шаге L (цилиндр). Физический смысл наличия горизонтального удлинения заключается в том, что этот участок воспринимает внешнюю нагрузку на смазываемую деталь типа ползун в моменты уменьшения (вплоть до нуля) скорости движения.

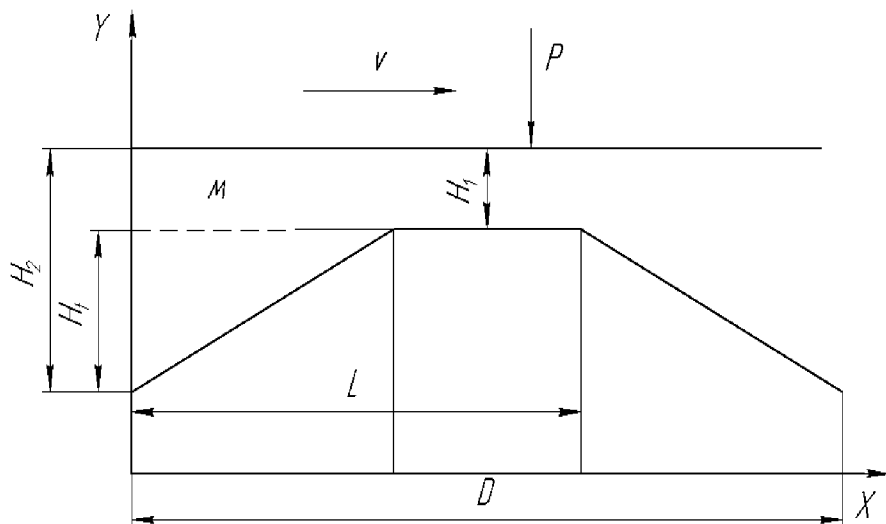


Рис. 1. Расчетная схема

Предложен гидродинамический расчет сопряжения «поршневое кольцо – цилиндр» по аналогии с гидродинамическим процессом, возникающим в подшипниках скольжения, в основу которого положено уравнение Рейнольдса для плоского потока жидкости, определяющее изменение давления в нем при бесконечно большой ширине потока в направлении, перпендикулярном направлению скорости v движения пластины [2]. Из решения этого уравнения можно получить выражение для подъемной силы или реакции смазочного материала, возникающей при определенных условиях в зазоре смазываемых деталей:

$$P = \mu v \frac{L^2 (H_2 - H_1)}{2H_1^3}. \quad (1)$$

В полученной формуле (1) такие параметры, как μ (коэффициент вязкости) и v (скорость движения поршня), известны из условия работы двигателя и зависят только от его характеристик. Реакция смазочного материала P равна силе давления поршня во время работы двигателя на стенку гильзы цилиндра. Эта реакция также зависит от характеристик двигателя внутреннего сгорания. Собственно параметры входной ширины H_2 , выходной ширины H_1 и шага L характеризуют профиль микрорельефа, поэтому их сочетание и численные значения и определяют профилирование.

При этом входной размер зазора

$$H_2 = H_t + H_1, \quad (2)$$

где H_t – высота выступа полученного микрорельефа.

Поскольку необходимо получение сложной геометрии поверхности, то предложен наиболее подходящий метод – упрочнение лазерным излучением с оплавлением поверхности с последующим шлифованием до высоты выступа H_t . При этом принимаем, что образование выступов микро рельефа осуществляют по всей длине до придания им формы полусферы диаметром, равным диаметру лазерного луча, и высотой, равной половине диаметра лазерного луча на шаге L . Из этого следует, что

$$L = k \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - H_t^2}, \quad (3)$$

где k – коэффициент, принимающий значения из диапазона от 1,1 до 1,5; D – диаметр выступов равный диаметру лазерного луча. При этом диаметр, полученных выступов должен быть меньше ширины поршневого кольца ($< 3 \dots 4$ мм) и составлять перекрытие с коэффициентом $\varepsilon = 1/3$.

Как показал анализ большого количества зависимостей, выбранных для расчета силы трения поршня, наиболее полно и достоверно поведение этой силы описывает формула, которая предложена известными трибологами Ф. Боуденом и Д. Тейбором [3]:

$$F_h = \frac{\mu v S}{H_1}, \quad (4)$$

где F_h – сила гидродинамического трения, согласно Ньютону; S – площадь смоченной поверхности движущейся детали;

$$F_h = f \cdot P, \quad (5)$$

где f – коэффициент трения (коэффициент жидкостного трения находится в пределах 0,003 – 0,03).

Площадь смоченной поверхности движущейся детали находим как

$$S = ad, \quad (6)$$

где a – длина юбки поршня; d – диаметр юбки поршня.

Из уравнения (1) выразим высоту выступа микро рельефа полученного после шлифования H_t , учитывая соотношение (2):

$$H_t = \sqrt[3]{\frac{P \cdot H_1^3}{\mu \cdot v \cdot k^2} + \sqrt{\frac{R^6}{27} + \frac{4 \cdot P^2 \cdot H_1^6}{\mu^2 \cdot v^2 \cdot k^4}}} + \sqrt[3]{\frac{P \cdot H_1^3}{\mu \cdot v \cdot k^2} - \sqrt{\frac{R^6}{27} + \frac{4 \cdot P^2 \cdot H_1^6}{\mu^2 \cdot v^2 \cdot k^4}}}, \quad (7)$$

где R – радиус выступа.

Решив систему из уравнений (2), (3), (4), (7), определим все необходимые шаговвысотные параметры, характеризующие профиль микрорельефа.

Таким образом, с учетом гидродинамической теории смазки и принятия ряда упрощающих допущений выполнено аналитическое исследование сопряжения «поршневое кольцо – цилиндр», в результате чего получены в общем виде соотношения для назначения рациональных (с точки зрения максимизации гидродинамической несущей способности) шаговвысотных параметров микрорельефа внутренней поверхности цилиндра. А также определен оптимальный способ нанесения микрорельефа на внутреннюю поверхность гильзы цилиндров.

Литература

1. Путинцев, С.В. Гидродинамическое исследование и выбор параметров микрорельефа цилиндра двигателя / С.В. Путинцев, С.А. Аникин // Вест. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. Спец. вып. Энергетическое и транспортное машиностроение. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – С. 14 – 16.
2. Чернин, И.М. Расчеты деталей машин / И.М. Чернин, А.В. Кузьмин, Г.М. Ицкович. – Минск: Выш. шк., 1974. – С. 394 – 395.
3. Путинцев, С.В. Гидродинамическое исследование и выбор параметров микрорельефа цилиндра двигателя / С.В. Путинцев, П.Н. Антонюк, С.П. Чирский // Вест. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – С. 92 – 93.

УДК 629.113.004.67

ОБОСНОВАНИЕ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В. П. Иванов, А. П. Кастрюк, В. И. Семенов

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Запасные части являются основной составляющей (до 50 %) себестоимости ремонта агрегатов. Хотя научная основа противозатратного механизма ремонта машин разработана, но она в полной мере не используется. На заводах не налажен систематический учет расхода запасных частей, особенно ресурсных дорогостоящих деталей. Анализ их расхода способствует принятию мер по сокращению использования запасных частей за счет внедрения современных способов определения технического состояния и восстановления деталей ремонтного фонда.