

7. Моек Е., Штрикерт Х. Техническая диагностика судовых машин и механизмов / Л: Судостроение, 1986. 232с.

## **МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЫЛА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОТИВОИЗНОСНЫЙ И АНТИФРИКЦИОННЫЙ КОМПОНЕНТ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ДВС**

**Путинцев С.В.** (Московский государственный университет им. Н.Э.Баумана)

В настоящее время на рынке автохимии достаточно много сомнительных по описанию механизма действия, подчас не только малоэффективных, но и вредных для системы смазки двигателя и окружающей среды трибологических составов. В то же время растущие нагрузки на детали двигателя вкупе с не всегда надлежащим качеством смазочных материалов провоцируют повышенный износ деталей и рост механических потерь, что требует поиска новых, эффективных и экологически чистых способов ресурсосбережения в области поршневых машин.

Одним из традиционных способов снижения интенсивности изнашивания выступает повышение твердости сопряженных поверхностей деталей. Однако, как можно видеть из рассмотрения известных зависимостей для линейного износа [1] повышение твердости может быть произведено в ограниченных пределах (и с учетом твердости контртела), в противном случае деталь с большей твердостью по сравнению с контактирующей деталью вызовет усиление изнашивания последней. С учетом этого ограничения, логичным может быть признано повышение твердости не самой поверхности детали, а покрывающих ее граничных пленок.

Авторы фундаментальных исследований в области физики граничного трения [2, 3 и др.] сходятся во мнении, что среди большого числа веществ, формирующих защитные граничные пленки на смазываемых деталях, наилучшим сочетанием критериев «эффективность-безопасность» характеризуются соли жирных кислот, называемые еще металлическими мылами. При этом, по совокупности антифрикционных и прочностных (на смятие-разрыв) свойств граничной пленки первенствуют металлические мыла на основе стеариновой кислоты  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{O}_2$  (- $\text{CH}_2$ -) $_{15}$ COOH - стеараты.

Особенно важно то, что по сравнению с другими распространенными типами трибологически эффективных веществ, например, хлором, серой или фосфором – металлические мыла совершенно не опасны: ни коррозионно, ни экологически. Факт их безопасности подкрепляется широким применением стеаратов в пищевой и косметической отраслях.

Из рассмотрения модели граничной пленки согласно А.С. Ахматову [2], приведенной на рис.1., видно, что расположение слоев молекул металлического мыла отличается структурированностью в виде строго вертикальной ориентации по отношению к поверхности (так называемый «молекулярный ворс») и многозвенностью цепей, состоящих (считая от поверхности) из: диполя карбоксильной группы COOH, метиленовой группы  $\text{CH}_2$  и метильного окончания  $\text{CH}_3$ .

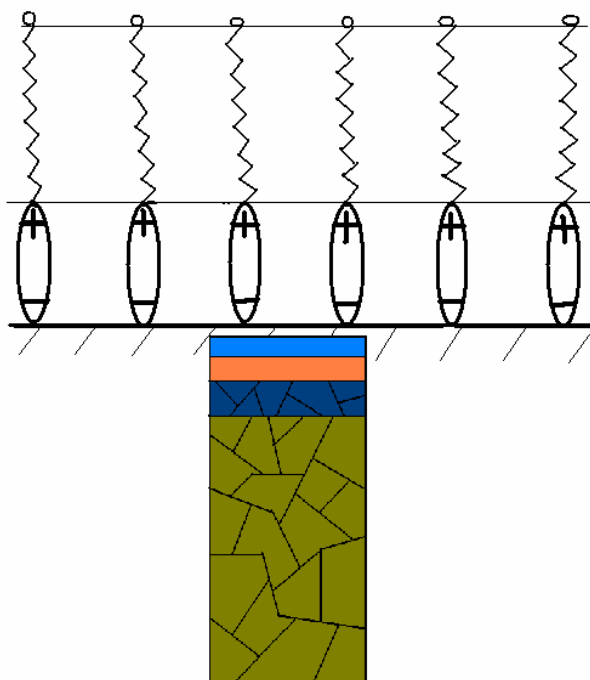


Рис.1. Модель структурированного граничного слоя (пленки) на поверхности твердого тела согласно [2]

Снижение трения граничными пленками стеаратов обусловливается блокированием адгезионных связей плотно упакованным конгломератом вертикально ориентированных молекул карбоксильных групп  $\text{COOH}$ , наибольшей среди высших кислот длиной молекул (порядка  $24 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ ), а также наличием плоскости спайности по концевым метильным группам  $\text{CH}_3$ .

Подавление изнашивания вызвано соизмеримой по величине с алмазом осевой молекулярной упругостью метиленовых групп  $\text{CH}_2$  (около  $0,4 \cdot 10^6 \text{ МПа}$ ) и упомянутой выше длиной молекулы, нормальное сопротивление сжатию-растяжению которой пропорционально кубу числа взаимодействующих групп, составляющих длину молекулярной цепи.

Среди металлов, наиболее пригодных для включения в состав металлического мыла в качестве антифрикционно-противоизносной присадки к моторному маслу, выступают металлы химически активной группы, способные самостоятельно вступать в реакцию со стеариновой кислотой, а именно: алюминий и цинк. Последний дополнительно обладает ярко выраженными антикоррозионными свойствами, именно поэтому цинк входит в соединения легирующего пакета присадок к моторному маслу. Преимущество того или иного из названных веществ, а также их совместимость с системой смазки двигателя и эффективность могут быть определены только на основе широких лабораторных и моторных испытаний. Предварительный этап таких испытаний на машине трения МИ-6 и малоразмерном быстроходном дизеле ТМЗ-450Д (при работе без фильтрующего элемента масляного фильтра и использовании минеральных моторных масел) выявил лидерство среди 12 прочих аналогов именно стеарата цинка, который дал в обоих случаях положительные результаты в виде значимого снижения

механических потерь и износа.

**Выводы:**

1. Снижение изнашивания смазываемых деталей двигателя целесообразно искать на пути повышения твердости не столько поверхностей деталей, сколько граничных пленок, покрывающих эти детали в процессе смазки и трения.

2. Перспективными пленкообразующими веществами с точки зрения «прозрачности» механизма действия, высокой трибологической эффективности и экологической безопасности являются металлические мыла на основе стеариновой кислоты - стеараты.

3. Среди последних выбор стоит остановить на стеаратах цинка, которые необходимо подвергнуть широким триботехническим лабораторным и моторным испытаниям.

**Литература:**

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов/Э.Д. Браун, Н.А. Буше, И.А. Буяновский и др./Под ред. А.В. Чичинадзе. - М.: Наука и техника, 1995.-778 с.

2. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения.-М.: ГИФМЛ, 1963.-472 с.

3. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел.-М.: Машиностроение, 1968.-503 с.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ МИКРОРЕЛЬЕФА ЦИЛИНДРА ДВС

**Путинцев С.В.** (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана); **Аникин С.А.** (Тверской государственный технический университет)

В данной работе представлено краткое описание процедуры выбора рациональных шаго-высотных параметров микрорельефа на основе применения положений гидродинамической теории смазки. Критерий рациональности – максимизация гидродинамической несущей способности в сопряжении «микрорельеф цилиндра-поршневое кольцо» для снижения времени контактирования и, как следствие, подавления трения и изнашивания деталей сопряжения.

С целью получения аналитического решения рассматривали микрорельеф простой геометрической формы типа «треугольная симметричная канавка с сопряженным плоским участком» при традиционных допущениях классической гидродинамики (рис.1).

Для нахождения погонной (приходящейся на единицу ширины профиля) гидродинамической несущей способности (ПГНС) использовали ранее полученное [1] решение уравнения Рейнольдса в виде распределения по осевой (в направлении вектора скорости  $v$ ) координате  $x$  гидродинамического давления  $p$  для произвольной (интегрируемой) функции зазора  $h(x)$  на длине  $L$ :

$$p(x) = 6mv \left[ \frac{\int_0^L \frac{dx}{h^2(x)}}{\int_0^L \frac{dx}{h^3(x)}} \int_0^x \frac{dx}{h^3(x)} - \int_0^x \frac{dx}{h^2(x)} \right]. \quad (1)$$