

*Осматеско А. А.  
Дынту С. И.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УМЕНЬШЕНИЯ ТРЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПАРАХ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ**

*Выявлены и исследованы способы уменьшения трения в различных парах трения скольжения. Изучены идея создания «двигательного комплекса» и требования, предъявленные к этому. Изучено влияние геомодификатора трения на противоположные и противозадирные свойства смазочных материалов. Также изучено применение ультрадисперсных алмазов путем добавки в моторное масло для повышения работоспособности пар трения скольжения.*

**Ключевые слова:** пара трения, смазка, трение, износ, работоспособность.

### **Введение**

О важности проблем трибологии говорят следующие цифры: потери на трение составляют до 30% потребляемой в мире энергии, а расходы на устранение преждевременного износа машин достигают 2% валового национального продукта развитых в промышленном отношении стран.

Объектом исследования трибологии является фрикционный контакт. Это сложная система, состоящая из двух взаимодействующих тел и промежуточной среды (третье тело).

Основными прикладными направлениями трибологии являются: обеспечение требуемых значений контактной жесткости, износостойкости, долговечности трибологических сопряжений (подшипники, уплотнительные устройства и т.д.) при заданных условиях эксплуатации; снижение энергетических потерь на трение (опоры), обеспечение высокой энергоемкости (тормоза, фрикционные передачи); экономия материалов за счет снижения их износа; решение экологических проблем, [1].

### **Способы уменьшения трения**

Создание «ДК (двигательный комплекс)», в котором собраны преимущества и устранены недостатки водяных и масляных систем (экологически чистые системы). Он должен отвечать следующим требованиям:

- а) смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), используемая для подшипников должна быть нетоксичной; экологически чистой, тяжелее пресной и морской воды и полностью растворяться в воде в процессе погружения; обладать минимальной коррозионной агрессивностью по отношению к углеродистой стали; иметь пологую характеристику изменения вязкости в диапазоне температур от 0 до 80 °С;
- б) для антифрикционного слоя подшипников должны использоваться тепло- и износостойкие материалы, способные работать при смазке экологически чистой СОЖ без набухания;
- в) уплотнения должны иметь простую конструкцию, обеспечивать минимальные протечки СОЖ и препятствовать проникновению посторонних веществ;
- г) уплотнение вала должно быть абсолютно надёжным и не допускать посторонних веществ.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что идея создания «ДК» вполне реальна. Практически все требования к такому комплексу могут быть выполнены.

В исследованиях влияния геомодификатора трения на противоположные и противозадирные свойства смазочных материалов, [2]:

- а) установлена эффективная концентрация добавки в пластичных смазочных материалах, равная 3%. В ходе проведения сравнительных испытаний пластичных смазочных материалов с добавлением геомодификатора трения на противоположные свойства, с различной основой (загустителем), при нагрузке 392 N и предварительном нагреве до 75 °С, выявлено следующее:

- серпентин, как геомодификатор трения, улучшает противоизносные свойства смазочного материала Литол-24 на 8% при массовой доле добавки 1%, и на 12% при массовой доле добавки 3%. При испытаниях с нагрузкой в 196 N и без предварительного нагрева, ГМТ улучшает противоизносные свойства Литола-24 на 43% при массовой доле добавки 0,5%, на 45% при массовой доле добавки 1%, на 47% при массовой доле добавки 2%, и на 51% при массовой доле добавки 3%. При испытаниях с нагрузкой в 392 N и без предварительного нагрева, геомодификатор трения марки «Прима 2» улучшает противоизносные свойства Литола-24 на 20% при массовой доле добавки 3%. В связи с чем сделан вывод, что модифицированный смазочный материал, загустителем которого является литиевое мыло, при испытаниях на четырехшариковой машине трения, проявляет улучшенные противоизносные свойства;

- геомодификатор трения улучшает противоизносные свойства смазочного материала Castrol LMX Li-Komplexfett на 12% при массовой доле добавки 1%, и на 13% при массовой доле добавки 3%. ГМТ снижает противоизносные свойства смазочного материала ExxonMobil Mobilgrease XHP 222 на 7% при массовой доле добавки 1%, и на 16% при массовой доле добавки 3%. В связи с чем сделан вывод, что модифицированный смазочный материал, на основе литиевого комплекса, без дополнительных улучшающих присадок, проявляет улучшенные противоизносные свойства, а при добавлении присадки дисульфида молибдена, противоизносные свойства таких модифицированных консистентных смазок ухудшаются.

б) в ходе проведения сравнительных испытаний пластичных смазочных материалов с добавлением геомодификатора трения на противозадирные свойства, выявлено следующее:

- геомодификатор трения марки «Прима 1» улучшает противозадирные свойства Литола-24 на 26%, ГМТ марки «Прима 2» улучшает противозадирные свойства Литола-24 на 33%, ГМТ марки «Прима 3» улучшает противозадирные свойства Литола-24 на 19%, а ГМТ марки «Звезда 5» улучшает противозадирные свойства Литола-24 на 12%. Так как основой композиций «Прима», в отличие от «Звезды 5», является очищенный от примесей серпентин, сделан вывод, что содержание в композиции различных веществ, отличных от серпентина, ухудшает противозадирные свойства пластичных смазочных материалов на основе литиевого мыла.

Ниже кратко изложены результаты сравнительных испытаний на машине СМЦ-2 следующих пар трения: 1) Серый чугун СЧ (НВ 215-225) - Ст гальванический плотный ( $H_{ц} = 11000$  МПа); 2) СЧ-Ст гальванический плотный ( $H_{ц} = 9000$  МПа); 3) СЧ-Ст гальванический пористый ( $H_{ц} = 9000$  МПа):

- в качестве базового масла было использовано масло ShellX100, к которому добавлялись присадки отечественного производства: РиМЕТ, СУРМ, Royal effect, Алкон и Ресурс. Выбор пар трения, состава смазочных композиций и условий испытаний производился применительно к условиям работы деталей ЦПГ судовых и тепловозных двигателей, а именно пары трения «цилиндровая втулка - поршневое кольцо». Испытания проводили по схеме «ролик подвижный (СЧ) - ролик неподвижный (Ст-покрытие)»;

- выбор трех модификаций покрытия связан с тем, что в настоящее время вариант 1 применяется для покрытия поршневых колец двигателей с уровнем форсирования по среднему эффективному давлению не более  $12 \text{ кг/см}^2$ , а более твердое покрытие третьего варианта используется в основном для поршневых колец современных автотракторных двигателей.

Объективная информация о влиянии СК (смазочной композиций) с присадками на работоспособность узлов трения в большинстве случаев или отсутствует, или не соответствует действительности. Результаты исследований, по сравнительной оценке, влияния СК с присадками на износостойкость и триботехнические характеристики 22-х вариантов смазки пар трения (серый чугун - гальваническое хромовое покрытие трёх структурных модификаций) выполненных на стендах в жестких условиях граничного трения, аналогичных условиям работы деталей ЦПГ форсированных двигателей. Две присадки, (ER и Dura Lube) показали несовместимость с гальваническими хромовыми покрытиями, т.к. вызвали катастрофическое разрушение последних, [3].