

УДК 621.891

А.А. Левченко, канд. техн. наук, доц., Одес. нац. морск. ун-т

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА В ПАРЕ ТРЕНИЯ “ПОРШНЕВОЕ КОЛЬЦО — КАНАВКА” ПОРШНЯ ДИЗЕЛЯ

О.О. Левченко. Використання вибіркового переносу у парі тертя “поршневе кільце — канавка” поршня дизеля. Запропоновано трибологічні методи підвищення довговічності деталей машин.

A.A. Levchenko. Application selective transfer in the friction pair “piston ring — groove of a diesel piston. Tribologic methods for increasing the longevity of machine parts are proposed.

Многолетними исследованиями установлено, что срок службы машиностроительной продукции не должен превышать 10...15 лет. В действительности надежность выпускаемой продукции уменьшается, а срок ее эксплуатации растет, что приводит к резкому возрастанию эксплуатационных расходов. Надежность техники в настоящее время является скорее экономической категорией, чем технической. Поэтому, если не обеспечить производство высококачественной продукции, то придется вводить новые мощности по производству запасных частей, увеличивать расходы на функционирование ремонтных предприятий, т.е. инвестировать проекты, увеличивающие вспомогательные расходы и замедляющие научно-технический прогресс.

Все сказанное в полной мере относится к эксплуатации и ремонту судовых энергетических устано-вок (СЭУ), повышение долговечности которых зависит от эффективного функционирования их узлов трения, т.е. от использования достижений триботехники, в которой особое место принадлежит избирательному переносу (ИП). Эффекты ИП при трении, получившие значительное распространение в различных областях техники и доказавшие свою эффективность при изготовлении деталей машин, их эксплуатации и ремонте. В связи с незначительным использованием явлений ИП в речном и морском флотах Украины (как впрочем и в зарубежных флотах) были предприняты попытки исследовать процессы ИП с целью использования для повышения эксплуатационной эффективности судовых дизелей. При этом, было обращено внимание на головки поршней судовых малооборотных дизелей, как на объект исследований.

Головки поршней судовых малооборотных дизелей считаются деталями, лимитирующими срок службы всей энергетической установки и являются объектом постоянных забот фирм-производителей, ведущих исследования по повышению их долговечности и ремонтпригодности. В настоящее время, учитывая, что основные материалы и элементы конструкции используются около 40 лет и вряд ли могут быть изменены, можно считать, что основные конструктивно-технологические возможности повышения долговечности головок поршней судовых дизелей уже исчерпаны, а работы по использованию ИП для пар трения “кольцо поршня — канавка” отсутствуют.

Учитывая, что трение в указанной паре носит граничный характер, исследовалось влияние износостойких антифрикционных покрытий, специальных присадок к циркуляционным маслам и специальных антифрикционных вставок в поверхности канавок причем анализировали только те методы, использование которых дает возможность получения сервоитных пленок на поверхностях трения.

Исследования проводились на стандартных машинах трения СМТ-1, при этом поршневое кольцо моделировалось колодкой исследуемой пары, а канавка поршня моделировалась

цилиндрическим образцом. Скорость скольжения составляла 0,5 м/с; давление колодки на образец составляло 0,2 кг/мм². Цилиндрический образец изготавливался из стали 20ХМ, а колодка — из чугуна СЧ 24. Шероховатость образцов — 4,0...6,0 мкм, колодки — 6,0...8,0 мкм. На наружную цилиндрическую поверхность образцов наносились фрикционные покрытия (по методу ФАБО) [1]. В качестве инструмента использовались прутки меди М-1. В качестве вставок в поверхности образцов зачеканивались прутки меди М-1 диаметром 1 мм. Технологической жидкостью при нанесении фрикционных покрытий являлась среда на основе глицерина: глицерин (основа) + дифениламин (10 %) + микропорошок меди (4 %) + иод (2 %) + сера (1 %) [2].

В качестве моторного масла в экспериментах использовалось масло М16-Е, а в качестве присадок — микропорошок меди М-1 с содержанием меди до 0,10 мкг/л, порошок CuSO_4 с концентрацией 0,20 мкг/л; раствор $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с концентрацией 0,20 мкг/л.

Базой сравнения являлись хромированные образцы.

Импульсно - спектральным методом определена концентрация водорода на поверхностях образцов и его распределение по глубине.

В результате исследований установлено:

— образцы с фрикционными покрытиями обладают значительно более высокой износостойкостью, по сравнению со всеми другими используемыми в настоящее время методами повышения долговечности канавок головок поршней, включая гальваническое хромирование (рис. 1);

— скорость изнашивания образцов с фрикционным покрытием позволяет рассчитывать на ресурс 16 ... 18 тыс. ч, что сопоставимо с ресурсом поршней лучших мировых производителей;

— сервоитная медная пленка на образцах частично переходит на колодку в первые моменты трения и сохраняется все время испытаний;

— сервоитная пленка на поверхности трения увеличивает износостойкость уже упрочненных другими способами поверхностей, например поверхностным упрочнением трением (ПУТ);

— исследование износостойкости поверхностей с присадками к моторному маслу и с вставками (рис. 2) показало, что все присадки существенно повышают износостойкость поверхностей, способствуют проявлению эффектов безызносности;

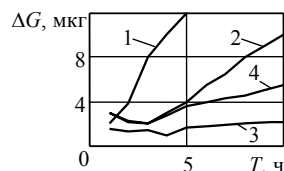


Рис. 1. Износостойкость экспериментальных образцов: 1 — неупрочненный; 2 — ПУТ; 3 — ПУТ + фрикционное покрытие; 4 — хромированный

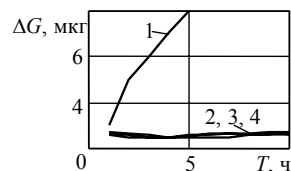


Рис. 2. Износостойкость образцов при испытаниях с присадками: 1 — неупрочненный в чистом масле; 2 — микропорошок меди М-1; 3 — CuSO_4 ; 4 — $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

— все исследованные технологические процессы, за исключением фрикционных покрытий, наводороживают поверхности трения (рис. 3, а), при этом и распространение водорода по глубине для каждого процесса имеют собственные особенности (рис. 3, б);

— общий принцип состоит в том, что степень наводороживания поверхности трения тем выше, чем выше энергоёмкость технологического процесса обработки;

— толщина сервоитной пленки составляет 4...6 мкм, независимо от способа нанесения и вида используемых сред, что подтверждает теорию смазывания при ИП, изложенную в [3];

— создание сервоитных пленок на поверхностях канавок головок поршней является достаточно эффективным и дешевым способом повышения долговечности головок поршней;

— сервоитные пленки позволяют ограничить отрицательное воздействие водорода на износостойкость поверхностей трения.

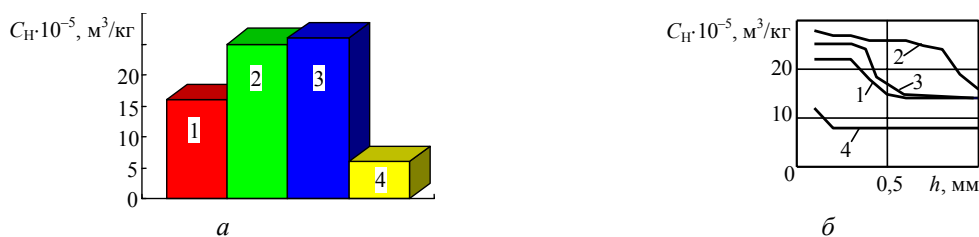


Рис. 3. Наводороживание поверхностей: а) концентрация водорода после обработки: 1 — неупрочненные; 2 — после ПУТ; 3 — после хромирования; 4 — фрикционные покрытия; б) распределение водорода по глубине (обработка та же)

Иходя из иложенного можно сделать следующие выводы.

1. Сервоитные пленки — эффективное и экономичное средство повышения долговечности поверхностей головок поршней.
2. Избирательный перенос — эффективный способ снижения влияния водорода на износостойкость поверхностей трения.
3. Создание сервоитных пленок из растворимых солей меди — способ восстановления эксплуатационных характеристик деталей без их изъятия из эксплуатации.

Литература

1. Быстров В. Избирательный перенос при трении — новые перспективы в изготовлении и эксплуатации машин. // Эффект безызносности в триботехнологии. — 1992. — № 2. — С. 15.
2. Гаркунов Д.Н. Научные открытия в триботехнике. Эффект безызносности при трении. Водородное изнашивание металлов. — М., Изд-во МСХА, 2004. — 384 с.
3. Левченко А.А. Использование эффектов избирательного переноса при изготовлении и восстановлении деталей судовых машин и механизмов / Левченко А.А., Евдокимов В.Д. // Проблемы техники. — 2005. — № 3. — С. 141.

Поступила в редакцию

2007 г.