

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПИЛАМОВ

А. А. Алферов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Энергосбережение и снижение затрат на электроэнергию с каждым годом становятся все более актуальными. Рост количества потребителей электроэнергии, традиционность и ограниченность способов ее производства выдвигают энергосбережение в качестве первоочередной задачи в развитии экономики Республики Беларусь.

Одной из перспективных технологий, способствующих повышению износостойкости изделий и инструментов, надежности работы оборудования является эпиламирование [1].

Процесс эпиламирования заключается в нанесении на поверхность твердого тела фторсодержащих поверхностно-активных веществ (ФТОР-ПАВ) из растворов эпиламов, в результате чего на поверхности образуется тонкий слой (40-80Å) специальным образом ориентированных молекул ФТОР-ПАВ. Сформированное тонкопленочное покрытие понижает поверхностную энергию твердых тел (для металлов до

2–4 Мдж/м²), что позволяет регулировать прилипание, смачивание, адгезию и другие параметры, хорошо удерживается на поверхности различных материалов благодаря высокой адсорбционной способности, несмываемо при многократных промывках различными стандартными промывочными жидкостями, выдерживает давление 3500 Н/м², термостабильно до 250 °С. Обработка эпиламов узлов трения предотвращает растекание практически любых смазочных масел из зоны трения, а при его отсутствии обеспечивает снижение коэффициента трения, предохраняет металлические поверхности от коррозии, водородного изнашивания, в результате чего повышается срок службы, точность и надежность работы механизмов.

Разработаны и внедрены эпиламы Эфрен-1, Эфрен-2 (Э1, Э2) 6СФК-180-05(-20) (СК), Амидофен (АФ), Полизан (Полизам 05(20). Полизам-Аква и др.), ЗПМ и др. Данные составы представляют собой растворы фторсодержащих поверхностно-активных веществ в легколетучем растворителе. При контакте твердого тела с раствором ПАВ адсорбируется на поверхности, при этом ПАВ и растворитель выбираются таким образом, чтобы в процессе адсорбции молекул ПАВ обеспечивалась такая структура, когда полярная часть молекулы адсорбируется твердым телом, а гидрофобная часть направлена от тела. Благодаря этому в процессе эпиламинирования высокая поверхностная энергия твердого тела заменяется на поверхностную энергию гидрофобного радикала молекулы ПАВ.

Применяемые эпиламы можно классифицировать по природе ПАВ; по виду растворителей (фторуглеродородный, фторхлоруглеродородный растворитель или их смеси с этиловым, метиловым и другими спиртами, ацетон); концентрации ФТОР-ПАВ в растворах влияющей на формирование моно и мультимолекулярных слоев димеров; по механизму формирования молекулярных пленок (физическая адсорбция, хемосорбция).

Технология нанесения тонкопленочного покрытия достаточно проста и может быть применена непосредственно в производственных условиях. Разработаны несколько технологических процессов эпиламинирования – это нанесение кистью, ватным тампоном, пульверизатором, погружением, кипячением в растворе. Выбор метода определяется свойствами обрабатываемого материала, размерами деталей и условиями их работы. Согласно принятым на заводе-изготовителе эпиламов правилам существует три основных способа нанесения эпилама:

- 1) метод окунания с последующей сушкой на воздухе (холодное эпиламинирование;
- 2) метод окунания с последующим термостатированием при температурах 100–150 °С в течение 1,0–1,5 часов;
- 3) метод кипячения в течение 0,5–1,0 часа с последующей сушкой на воздухе (горячее эпиламинирование).

Расход эпилама в первых двух случаях составляет около 100 г/м², в третьем – 30 г/м². Перед эпиламинированием поверхности должны обезжириваться. Для механизации процесса эпиламинирования разработаны установки типа «Эпилам», а для его интенсификации и улучшения трибологических свойств сопряжений используют энергию ультразвуковых колебаний.

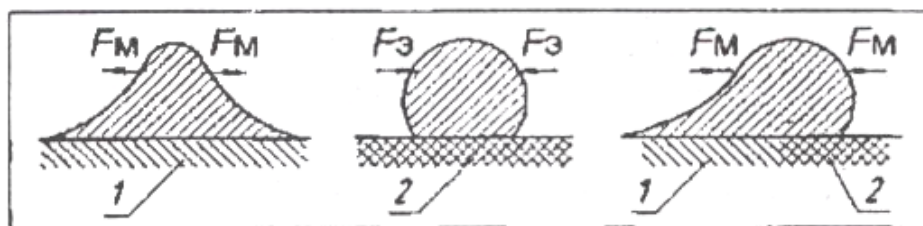


Рис. 1. Схема поведения капли на поверхности твердого тела при различных условиях смачивания: 1 – поверхность металла; 2 – эпиламированная поверхность; F_M и $F_э$ – силы поверхностного напряжения соответственно на поверхности материала и эпиламированной поверхности

Анализ результатов исследования и применения покрытий эпиламов в различных узлах трения [2] показывает:

- основная функция эпиламов – удерживать смазочные масла в зоне трения в результате изменения поверхностной энергии твердых тел в процессе работы;
- снижение коэффициента трения при применении покрытия без смазки возможно только при определенных давлении, температуре T в зоне контакта и скорости скольжения сопрягаемых поверхностей;
- изменение микротвердости поверхностного слоя зависит от физико-химических свойств материала;
- при нанесении тонко-пленочного покрытия шероховатость поверхности не изменяется так как его толщина составляет 3–50 нм;
- оптимальные параметры эксплуатации покрытий находятся в достаточно ограниченной области значений скорости скольжения и, соответственно, температуры поверхностей трения, изнашивание пленок практически линейно возрастает при увеличении пути трения и температуры в зоне контакта;
- действенность применения зависит от состава применяемых масел.

Экспериментальное исследование эффективности применения эпиламов проводилось в цехе паровоснабжения завода массовых шин ОАО «Белшина» на двигателе вентилятора 4AM160S6Y3 мощностью 11 кВт, $\cos \varphi = 0,82$. Измерения проводились с помощью счетчика электроэнергии ELGAMA LZQM в течение 5 суток с 4 по 8 февраля 2010 г. за каждый час.

После обработки трущихся поверхностей двигателя (подшипников качения) эпиламом методом холодного эпиламинирования измерения были повторены. Для эксперимента использовался модификатор «УМ-2» ТУ 2229-002-27991970–94 производства ООО «Автостанкопром», который является противоизносной добавкой к смазочным маслам на основе эпиламов и применяется для станков, компрессоров, редукторов, подшипников, трансмиссий и двигателей внутреннего сгорания. На рисунке 2 представлена экономия электроэнергии двигателя вентилятора за счет применения эпиламов.

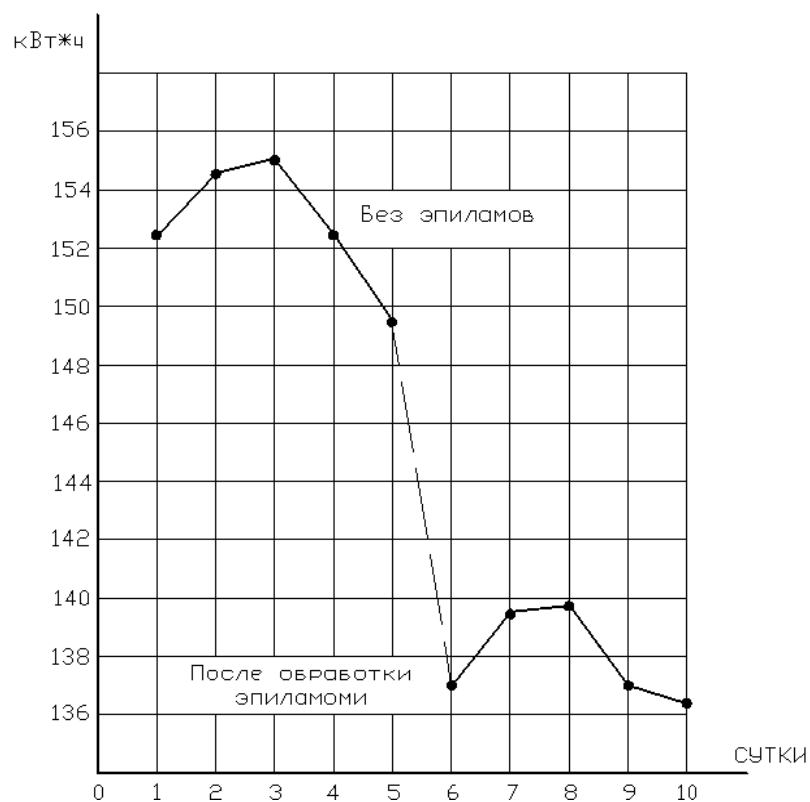


Рис. 2. Экономия электроэнергии двигателя вентилятора за счет применения эпиламов

Из анализа рис. 2 следует, что эпиламирование обеспечивает до 10 % экономии электроэнергии, потребляемой двигателем.

Литература

245. Потеха, В. Л. Теоретико-экспериментальная оценка оптимальных условий эксплуатации эпиламированных трибосопряжений машин / В. Л. Потеха, А. В. Рогачев, И. С. Напреев // Трение и износ. – 1996. – Т. 17, № 6. – С. 764–768.
246. Природа и механизмы действия эпиламов при трении. Влияние эпиламирования на структуру и поверхностную энергию металла / И. И. Гарбар [и др.] // Трение и износ. – 1990. – Т. 11, № 5. – С. 792–800.