

УЛУЧШЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Баранов, В.А. Вагнер (г. Барнаул, Россия)

Одним из методов снижения сил трения и изнашивания является использование различных пленкообразующих легирующих компонентов, вводимых в состав смазочных материалов в виде присадок. Эти композиции в процессе работы сопряжения образуют на поверхностях трения малопрочные адсорбированные слои высокомолекулярных веществ, либо более прочные хемосорбированные слои соединений серы, хлора, фосфора и т.д. с металлом поверхности. Особую группу занимают металлолакирующие пленкообразующие компоненты.

Согласно современным представлениям необходимым условием внешнего трения является увеличение сдвигового сопротивления при удалении от поверхности в глубь материала ("правило положительного градиента"). Исходя из этих соображений прочность модифицирующих защитных слоев не должна превышать прочность подложки, уменьшаясь при удалении от основного материала.

В зависимости от режима, для нормальной работы сопряжения в условиях внешнего трения необходимо различное модифицирование поверхности. В условиях легких режимов достаточно иметь адсорбированный слой (имеющий достаточно большую прочность на сжатие и минимальную на сдвиг), обеспечивающий малый коэффициент трения. Для повышения несущей способности таких слоев адсорбат должен иметь по возможности длинные полярные молекулы, образующие квазиполимерный одно- многомолекулярные адсорбционные слои.

Жесткие режимы требуют наличия более прочных слоев. В противном случае могут возникать местные ювенильные металлические связи, если не приводящие к задирам, то вызывающие общеинтегральное повышение сопротивления сдвигу. Роль модифицированных слоев, в данном случае, заключается в способности насыщать свободные связи кристаллической решетки ювенильных поверхностей, обнажающихся в процессе пластической деформации при трении, препятствовать их схватыванию и разрушению на глубину. Таким образом прочность и тип защитных слоев, а следовательно, тип присадки, должен соответствовать режиму трения. Си-

туация осложняется стохастическим характером распределением высот неровностей, а следовательно, в одной паре будут иметь место легко- и тяжело нагруженные микроконтакты.

Данная задача может быть решена созданием на поверхности многослойной структуры граничного слоя, расположив их таким образом, чтобы их прочность возрастала при приближении к основному материалу поверхности. Когда при возможном разрушении верхних слоев, в работу вступают низлежащие слои - более прочные. В настоящей работе сделана попытка достичь данного эффекта применением в составе смазочного материала неорганических соединений - хлоридов меди (CuCl_2) и олова (SnCl_4).

Поскольку галогениды металлов практически нерастворимы в минеральных маслах, то для получения растворимой среды применяли одноатомный спирт - октанол, который относительно хорошо растворяет соли и совмещается с маслами, давая стабильные композиции.

Сравнительные испытания базового индустриального масла и модифицированного проводились на машине радиального трения по схеме: ролик-колодка пары сталь+сталь. Результаты приведены на рисунке 1.

Кривая 1 соответствует кинетике изменения относительных сил трения, предварительно приработанного сопряжения, смазываемого базовым смазочным материалом (М). Базовый смазочный материал представляет собой химически инактивное индустриальное масло И-20А. Величина относительных сил трения, соответствующая установившемуся режиму данного случая принята за 1. Добавка к маслу высокомолекулярной жирной олеиновой кислоты $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ (ОЛ) ведет к значительному падению сил трения за счет создания упорядоченного квазиполимерного адсорбционного слоя (кривая 2). Дополнительное введение растворенных в октанол хлоридов, создающих добавочные подслои приводит к большему эффекту (кривая 3 и 4). Картина последнего эффекта нам представляется следующим образом.

УЛУЧШЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

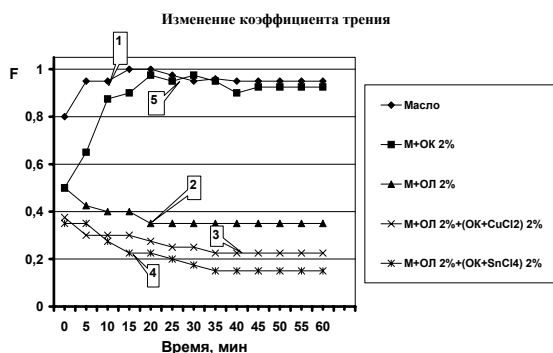


Рисунок 1

Жесткие условия микроконтактов и разрушение адсорбционного слоя, сопровождаемое температурными вспышками, приводят к местному разложению солей с последующим формированием полимолекулярного слоя хлоридов железа (FeCl_2 FeCl_3). Наличие активных свободных ионов металла, после разложения вводимой соли, приводит к обра-

зованию дополнительной металлоплакирующей пленки, имеющей более низкий предел сдвига по отношению к стали. Лучшие антифрикционные свойства олова объясняются неспособностью этого металла к наклепу. В отличие от меди оно неспособно к образованию твердых упрочненных коагулятов и жесткому воздействию на поверхность.

Кривая 5, соответствующая маслу с введенным в него октанолом (ОК), показывает, что сам низкомолекулярный спирт, использованный в качестве растворителя, не образует достаточно эффективной адсорбционной пленки и на режим трения не влияет.

Таким образом, используя указанные тройные композиционные присадки, возможно снижение потерь на трение до 5 раз. Отметим, что аналогичные результаты были получены и в паре сталь-алюминий.