

УДК 621.2.082.18

ОСОБЕННОСТИ И МЕХАНИЗМ АДГЕЗИОННОГО ИЗНАШИВАНИЯ

*Мионов А.Л., Картузов Д.С., студенты 2 курса инженерного
факультета*

*Научный руководитель – Морозов А.В., доктор технических
наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *адгезионное изнашивание, трение, интен-
сивность изнашивания, электромеханическая обработка*

*В работе рассмотрен механизм и факторы, влияющие на ин-
тенсивность адгезионного изнашивания. Обозначены направления
снижения интенсивности адгезионного изнашивания.*

Адгезионное изнашивание - это явление образования прочных соеди-нения в зонах фактического контакта трущихся тел, глубинного вырывания материала одного тела и переноса на поверхность трения другого, сопровождающееся изменением их линейных размеров.

Этому виду изнашивания подвергаются зубчатые и зубчато-винто-вые передачи: подшипники скольжения; пары трения «плунжер - втулка», «цилиндр - поршневое кольцо», «направляющие металлорежущих станков - суппорт»; трибосопряжения, эксплуатирующиеся в вакууме или инертной среде, при высокой температуре (ролики проходных печей, прокатных станов, детали тормозных устройств).

Процесс адгезионного изнашивания металлов можно условно разделить на три этапа. На первом этапе происходит удаление адсорбционных и оксидных пленок с поверхности входящих в контакт неровностей. Нагрев контактирующих выступов в процессе трения способствует дезориентации молекул адсорбированных пленок газа и смазочных веществ, что облегчает их разрушение и удаление при механическом воздействии. При циклическом действии нормальной и касательной нагрузок в оксидных пленках вначале появляются микротрещины (рисунок 1, а), а впоследствии происходит разрушение (рисунок 1, б). Скорость их разрушения определяется не только уровнем внешнего механического воздействия, но и соотношением сопротивления деформированию пленки и металла. Если твердость пленки оксида ниже твердости исходного металла, то она раскатывается по поверхности выступа и пре-

пятствует образованию адгезионных связей с сопрягаемым телом. В последнем случае адгезионное изнашивание не реализуется.

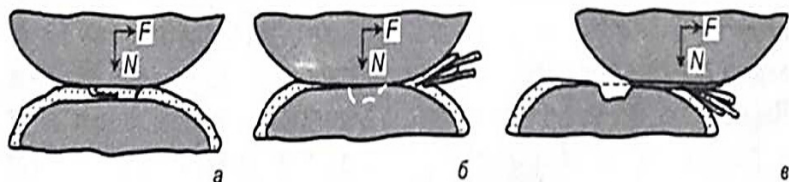


Рисунок 1 - Модель адгезионного изнашивания металлов: а - разрушение оксидной пленки; б - удаление оксидной пленки и образование мостиков сварки; в - разрушение мостиков сварки

Если твердость оксида выше твердости металла, то находящийся под оксидной пленкой металл, пластически деформируясь, вызывает ее хрупкое разрушение. Проникая между участками пленки в области их разрыва, металл выходит на поверхность и благодаря этому обеспечивается возможность образования прочных адгезионных соединений (мостиков сварки) с сопрягаемой поверхностью - наступает второй этап (рисунок 1, б). Необходимым условием его реализации является сближение ювенильных участков сопрягаемых поверхностей на расстояние действия межатомных сил. При этом материал неровностей, образующих мостики сварки, должен пластически деформироваться. В противном случае после снятия нагрузки энергия упругой деформации может оказаться достаточной для разрушения адгезионных связей. Следовательно, напряжения на пятне контакта должны превышать твердость материала.

Возможны два варианта образования мостиков сварки. Суть «холодного» схватывания сводится к следующему. Пластическая деформация вершин выступов способствует образованию и концентрации дислокаций в их поверхностных слоях. При этом повышается диффузионная активность металла. Атомы сопрягаемых выступов диффундируют по вакансиям и в областях фактического контакта формируют структуры общих решеток с металлическими связями. При высоких скоростях скольжения и температуре увеличивается скорость диффузии атомов и происходит процесс термического или «горячего» схватывания. В отдельных случаях возможно оплавление неровностей и образование структуры сплава материалов трущихся тел. Наиболее распространен

этот вид схватывания при трении термопластичных полимеров в экстремальных условиях нагружения.

Структура мостиков сварки зависит от материалов пары трения и ориентации кристаллитов. Если при трении одноименных материалов вступают в контакт кристаллиты с одинаковым расположением кристал-лографических плоскостей, то происходит их сращивание в один общий кристаллит. При различной их ориентации образуется переходная зона той же природы, что и монокристаллитная в поликристаллах. В контакте разноименных металлов формируется переходная зона с металлической связью, наблюдается достройка электронных уровней атомов объединяемых металлов в энергетически выгодных соотношениях.

Заключительный этап процесса адгезионного изнашивания - разрушение мостиков сварки (рисунок 1, в). Различают четыре вида разрушения:

1. Прочность связи на границе раздела меньше прочности обоих материалов пары трения. В этом случае разрушение происходит преимущественно по границе раздела, и количество материала, удаляемое с обеих поверхностей (интенсивность изнашивания), будет незначительно. На поверхности трения деталей образуются углубления очень малых размеров. Частицы износа имеют неправильную форму, а их масса достигает 10-10 г.

2. Соединение на границе раздела прочнее одного из трущихся тел. Срез будет происходить по менее прочному материалу. Частицы этого материала будут налипать на более твердую поверхность и, раскатываясь по ней, образовывать пленку. При этом возможно повышение коэффициента трения, достижение высокой интенсивности изнашивания и переход к катастрофическому износу. Частицы износа могут приобретать форму тонких пластин. На изнашиваемой поверхности появляются борозды, вытянутые в направлении скольжения.

3. Адгезионное соединение прочнее материалов обоих трущихся тел. Разрушение происходит в основном в объеме менее прочного материала, но возможно также разрушение и сопрягаемого с ним тела из более прочного материала (контртела). Интенсивность изнашивания контртела значительно ниже менее прочного материала. На поверхности контртела образуются полосы скольжения - результат царапания наклепанными частицами, закрепленными в поверхностном слое детали из менее твердого материала.

4. Прочность адгезионного соединения и когезионная прочность трущихся тел одинаковы (трение деталей из одноименных матери-

алов). Это равенство, как правило, нарушается вследствие наклепа, и прочность соединения становится выше прочности металла. Срез происходит по объему контактирующих неровностей, что ведет к интенсивному изнашиванию обоих тел.

Интенсивность адгезионного изнашивания зависит от нагрузочно-скоростных режимов, температуры, природы материалов трущихся тел и свойств окружающей среды.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на интенсивность адгезионного изнашивания сопряжений, является зазор между трущимися поверхностями. Уменьшение зазора снижает давление на контакте, динамические нагрузки и как следствие температуру с интенсивностью изнашивания. Однако, если минимальный диаметральный зазор узла трения будет меньше максимального размера частиц износа, возможно схватывание с заеданием. В этом случае частица износа переносится на поверхность контртела и раскатывается по ней, создавая тем самым условия для схватывания.

Повышение стойкости сплавов к схватыванию достигается упрочнением поверхностей трения, в результате чего снижается возможность пластической деформации за счет торможения дислокаций. Для данных целей эффективно применение процессов электромеханического упрочнения [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Библиографический список:

1. Морозов, А.В. Повышение износостойкости тонкостенных втулок при объемном электромеханическом дорновании / А.В. Морозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2012.- № 2. - С 87-90.
2. Морозов, А.В. Повышение послеремонтного ресурса сопряжения привода выталькивателя штампа станка ПШ-2 применением процессов электромеханической обработки / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Научное обозрение. – 2012. - № 4. - С 230-236.
3. Федорова, Л.В. Повышение износостойкости втулки балансира трактора МТЗ-80.1 избирательной электромеханической закалкой / Л.В. Федорова, А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. -2012.- № 9. - С 132-140.
4. Федоров, С.К. Электромеханическая поверхностная закалка втулок трака бульдозера «KOMATSU» / С.К. Федоров, А.В. Морозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. -№ 3. - С 102-107.
5. Федотов Г.Д. Формирование свойств поверхности при отделочно-упрочняющей электромеханической обработке среднеуглеродистых сталей / Г.Д. Фе-

- дотов, А.В. Морозов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. -2013.- № 7. - С 395-405.
6. Федотов Г.Д. Повышение эффективности отделочно-упрочняющей электро-механической обработки применением инструментальных материалов из безвольфрамовых твердых сплавов / Г.Д. Федотов, А.В. Морозов, В.П. Табаков, А.И. Аникеев // Упрочняющие технологии и покрытия. -2014. -№3. -С. 24-30.
7. Федотов Г.Д. Повышение долговечности подвижных герметичных соединений сельскохозяйственной техники применением отделочно-упрочняющей электро-механической обработки / Г.Д. Федотов, А.В. Морозов, О.М. Каняева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - № 2. – С. 149-156.

FEATURES AND MECHANISM OF ADHESIVE WEAR

Mironov A.L., Kartuzov D.S.

Key words: *adhesive wear, friction, wear rate, electromechanical treatment.*

The work considers the mechanism and factors affecting the intensity of adhesive wear. Directions for reducing the intensity of adhesive wear are indicated.