

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВИДАХ ИЗНОСА И ПРИЧИНАХ ИЗНОСА ПРИ ТРЕНИИ В ДЕТАЛЯХ МАШИН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

По признаку основных явлений, обуславливающих эффект изнашивания, различные его виды можно объединить в следующие три главные группы: механический, молекулярно-механический и коррозионно-механический.

Разрушение поверхностей трения, обнаруживаемое визуально или под микроскопом, происходит в виде отдельных элементарных процессов, сочетание которых зависит от материалов и условий трения. Элементарные виды разрушения поверхностей трения следующие: микрорезание; царапание; отслаивание; выкрашивание; глубинное вырывание; перенос материала.

Таблица 1-Виды износа

N п/п	Виды изнашивания		
	механический	молекулярно-механический	коррозионно-механический
1	абразивное изнашивание	Водородное изнашивание	коррозионное
2	изнашивание вследствие пластической деформации	окислительное изнашивание	кавитационное
3	изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур	изнашивание вследствие диспергирования	коррозионно-механическое изнашивание в соединениях
4	изнашивание при схватывании и заедании поверхностей	избирательный перенос	эрозионное изнашивание
5	трещинообразование на поверхностях трения		изнашивание при феттинг-коррозии

Рассмотрим условия возникновения и способы борьбы с различными видами износа.

Водородное изнашивание возникает в результате кооперативного (синергетического) взаимодействия поверхностных явлений: экзотермии, адсорбции и трибодеструкции, которые приводят к выделению водорода. Совместно с неравновесными процессами, идущими при деформации поверхностного слоя металла, создаются тепловые градиенты, электрические и магнитные поля и поля напряжений. Это приводит к диффузии водорода в металл, концентрации его в подповерхностном слое и ускоренному износу или разрушению этого слоя.

Источники наводороживания: 1) из влаги дутья (водяного пара) в результате разложения под действием углерода; 2) при термической обработке (при диссоциации аммиака); 3) при электроосаждении хрома, кадмия, цинка, и никеля; 4) во время удаления окалина; 5) при фосфатировании; 6) атмосферная коррозия металла, в промышленной атмосфере, содержащей сернистый ангидрид и кислую сернокислую соль; 7) взаимодействие металла с органическими и неорганическими металлами (пластмассы).

Способы и методы борьбы с водородным изнашиванием: 1) исключение примесей сурьмы, соединений мышьяка, серы и других способствующих выделению водорода; 2) снижение режимов работы то есть, снижение температуры, скорости скольжения и давления; 3) для пластмасс необходимо исключить нахождение в них: сероводорода, фосфорводорода, соединений мышьяка, селена, сурьмы, теллура, при работе пары сталь-пластмасса, необходимо ввести в пластмассу электроотрицательной пластмассы, например ПТФЭ; 4) можно снизить введением в материалы медьсодержащих добавок, которые реализуют режим ИП; 5) введение в фрикционную пластмассу закись меди или другие добавки; 6) полирование поверхностного слоя детали.

Абразивным изнашиванием называют разрушение поверхности детали в результате ее взаимодействия с твердыми частицами при наличии относительной скорости. В роли таких частиц выступают: 1) неподвижно закрепленные твердые зерна, входящие в контакт по касательной либо под небольшим углом атаки к поверхности детали; 2) незакрепленные частицы, входящие в кон-

такт с поверхностью детали; 3) свободные частицы, находящиеся в зазоре между сопряженными деталями; 4) свободные абразивные частицы, вовлекаемые в поток жидкостью или газом.

Способы и методы борьбы с абразивным изнашиванием: 1) Внедрение систем фильтрации, очистки масла, сож; 2) Проведение диспергирования частиц – пропускать гидросмесь через диспергатор гидродинамического действия или ультразвуковой диспергатор; 3) Введение в масло высокодисперсные добавки-органозоли железа.

Окислительное изнашивание происходит в том случае, когда на соприкасающихся поверхностях образуются пленки окислов, которые в процессе трения разрушаются и вновь образуются; продукты износа состоят из окислов. От других видов коррозионно-механического изнашивания оно отличается отсутствием агрессивной среды, протекает при нормальных и повышенных температурах трения без смазочного материала или при недостаточном его количестве.

Способы и методы борьбы с окислительным изнашиванием: 1) использование смазочного материала с отсутствием влаги и O_2 ; 2) понижение температуры узла во время эксплуатации.

Изнашивание вследствие пластической деформации заключается в изменении размеров или формы детали в результате пластической деформации ее микрообъемов. Пластическое деформирование обычно сопровождается износом металлов и наблюдается в зоне, непосредственно прилегающей к поверхности трения. Пластическая деформация вызывается либо чрезмерными допускаемыми напряжениями, либо случайными значительными перегрузками.

Причины изнашивания: 1) смятие из-за наличия ударов; 2) действие высоких контактных напряжений; 3) ударное приложение нагрузки; 4) нагрев поверхностного слоя; 5) перенаклеп совместно с контактной усталостью; 6) дефекты монтажа или из-за недостаточной жесткости узлов.

Способы и методы борьбы с изнашиванием вследствие пластической деформации: 1) точный расчет нагрузок; 2) уменьшение динамических нагрузок; 3) включение в систему защиты в виде перегрузочных муфт.

Изнашивание вследствие диспергирования, происходит в результате измельчения отдельных участков контакта. Интенсивность этого вида изнашивания невысока, а шероховатость поверхности деталей малая. На площадках фактического контакта материал подвергается многократной упругой и пластической деформации, что приводит к разупрочнению, разрыхлению в отдельных местах структуры материала с последующим отделением небольших блоков.

Способы и методы борьбы с изнашиванием вследствие диспергирования: 1) За счет снижения точечных контактов; 2) Уточнение действующих нагрузок; 3) Упрочнение поверхности.

Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур.

При тяжелых условиях работы на поверхностях трения происходят физико-химические изменения. Они являются результатом пластического деформирования, повышения температуры слоев металла, прилегающих к зоне контакта, последующего быстрого охлаждения и химического действия окружающей среды. Это физико-химические изменения, заключающиеся в образовании новых структур, в свою очередь изменяют вид взаимодействия и характер разрушения поверхностей (или так называемому появлению белого слоя). Одновременно с образованием белого слоя возникает система внутренних напряжений, которая совместно с рабочими напряжениями приводит к растрескиванию слоя и выкрашиванию его отдельных частиц.

Способы и методы борьбы с изнашиванием в результате выкрашивания вновь образуемых структур: 1) Применение охлаждающих жидкостей; 2) Защита от больших перепадов температуры; 3) Точное изготовление деталей машин, с жесткими допусками на цилиндричность и прямолинейность поверхности; 4) Исключение точечных нагрузок; 5) Использование химико-диффузионных процессов при трении для упрочнения поверхностей трения.

Коррозионно-механическое изнашивание - это механическое изнашивание, осложненное явлениями коррозии. Поверхность металла, вступая во взаимодействие с кислородом воздуха, образует оксидную пленку, которая в силу ее неметаллической природы не способна к схватыванию и в начальный момент изолирует поверхности сопряженных деталей от тесного соприкосновения. При трении оксидные пленки постепенно истираются или, отрываясь, удаляются с поверхности контакта. Затем такая пленка образуется вновь, снова разрушается при трении и таким образом изнашивание представляет собой удаление непрерывно возобновляющихся оксидных пленок.

Способы и методы борьбы с коррозионно-механическим изнашиванием: 1) Нейтрализация выпавших на поверхность кислот с помощью щелочных добавок в смазочное масло; 2) Исключения образования оксидных пленок на поверхности детали.

Схватывание и заедание поверхностей при трении. Схватывание-явление прочного соединения металлов в результате взаимного трения или совместного деформирования при температуре

ниже температуры рекристаллизации. При этом образуются прочные металлические связи в зонах непосредственного контакта поверхностей. В местах схватывания исчезает граница между соприкасающимися телами, происходит сращивание одно- и разноименных металлов.

Способы и методы борьбы со схватыванием и заеданием поверхностей при трении: 1)Наличие и исключение разрушения смазочной пленки; 2)Ограничение температуры в зоне контакта.

Фреттинг - коррозия - это процесс разрушения плотно контактирующих поверхностей пар металл-металл или металл-неметалл в результате малых колебательных относительных перемещений. Для возбуждения фреттинг-коррозии достаточны перемещения поверхностей с амплитудой 0,025 мкм. Разрушение заключается в образовании на соприкасающихся поверхностях мелких язвин и продуктов коррозии в виде налета, пятен и порошка.

Способы и методы борьбы с фреттинг - коррозией: 1)Покрытие деталей защитой от окисления; 2)Снижение перемещений ниже амплитуды 0,025 мкм; 3)Применение демпфирующих устройств; 4)Создание постоянного натяга в соединениях; 5)Наличие смазочных паров в среде соприкосновения деталей машин.

Кавитационное изнашивание происходит в потоке жидкости, движущейся с переменной скоростью в закрытом канале, в участках сильно пониженного давления, например, при обтекании препятствий, когда возникают при некоторых условиях местные разрывы сплошности с образованием каверн. Попадая с потоком в область более высокого давления, каверны захлопываются и, если это происходит у поверхности детали, жидкость с большой скоростью ударяется в стенку. Многократные повторные удары жидкости по одному и тому же участку металла (каверны возникают и захлопываются периодически, иногда с большой частотой) приводят через некоторое время к его местному разрушению, образованию углублений.

Способы и методы борьбы с кавитационным изнашиванием: 1)Проектируя гидромеханическую систему так, чтобы во всех точках потока давление не опускалось ниже давления парообразования; 2)Исключить влияния звуковых и ультразвуковых колебаний.

В последнее время в теории износа получили развитие представления о процессе водородного износа, диспергировании, выкрашивании новых образованных структур. Это связано с развитием методов исследований, с появлением новых материалов, режимов работы и возможности изучать структуры и процессы протекающие вплоть до атомного уровня. Дальнейшее развитие науки докажет многие теоретические аспекты и гипотезы протекания процесса износа, но существенных изменений в классификации или расширении теории износа ожидать трудно.

ЛИТЕРАТУРА

1.Гаркунов Д.Н. –Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин.Смоленск204с.ил.2.<http://www.mexanik.ru/399/vved.htm>.3.<http://www.interum.ru/solutions/smaz/smazki/1>.4.<http://engine.aviaport.ru/issues/03/page24.htm>.15.http://www.nntu.scinnov.ru/RUS/fakyl/VECH/metod/posobie/s3_13.htm

УДК 621.01

Авсиевич А.М., Булгак Т.И., Николаев В.А., Реут Л.Е., Адаменко Д.В.

ОСОБЕННОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ПАР РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ В МАШИННОМ АГРЕГАТЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Введение. В трибологии принято, что интенсивность изнашивания рабочих поверхностей пар трения определяется величиной контактного давления p , относительной скоростью скольжения в сопряжении V и характеризуется зависимостью I/I

$$I = k \cdot p^m \cdot V^n, \quad (1)$$

где k , m и n – эмпирические числовые коэффициенты.