

**Ключові слова:** кінематичний аналіз, тяга продувається профілю, підйомна сила.

UDK 629.7.036.001

**Chapter 7. Foundations of unit theory of movers on continuos flows. Calculation of the formulas of thrust, flying (thrust) efficiency, theorem of the rising force of blowing wing bird profile, as a mover** / Mamedov B. / Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - № 44(950). P. 11 - 20

We consider the shortcomings of the modern theory of jet engines associated with erroneous basic formulas traction, flying (traction), the efficiency of Academician BS And Stechkin theorem blown lift the profile of Professor NE Zhukovsky. . Im.: 1: Bibliogr.: 6

**Keywords:** kinematic analysis, the thrust blown profile lift.

*Надійшла до редакції 30.06.2012*

**УДК 621.784.4**

*А. А. ДУДНИКОВ*, канд.техн.наук, проф., ПГАА, Полтава;

*А. И. БЕЛОВОД*, канд.техн.наук, доц., ПГАА, Полтава;

*А. А. КЕЛЕМЕШ*, ассис., асп., ПГАА, Полтава

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

В статье изложена классификация процессов изнашивания деталей машин и рассмотрен механизм их протекания Из.: 3. Библиогр.: 6 назв.

**Ключевые слова:** классификация, изнашивание, механизм, деформация

Детали сельскохозяйственной техники и других технологических машин в процессе эксплуатации подвергаются различным видам изнашивания, вызывающим возникновения неисправностей естественного и аварийного характера. Наиболее характерным видом повреждений является износ, возникающий при трении контактируемых поверхностей сопрягаемых деталей.

Изнашивание деталей машин происходит, как правило, под влиянием внешних факторов: характера применения нагрузки, вида смазки и способа её подвода, формы размеров трущихся поверхностей, скорости относительного перемещения трущихся тел и др. Указанные факторы вызывают изменения исходных физико-механических свойств материала контактируемых деталей и изнашивание трущихся поверхностей (ДСТУ 2823-94).

Сила и коэффициент трения могут изменяться в широком диапазоне в зависимости от вида и характера нагрузки, скорости относительного перемещения деталей, видом и условий смазки, шероховатости трущихся поверхностей.

При контакте трущихся поверхностей и относительном их перемещении в поверхностных слоях материала деталей возникают механические и молекулярные взаимодействия, приводящие в конечном итоге к разрушению микрообъемов поверхностей, т.е. к их износу. Интенсивность изнашивания зависит от условий взаимодействия трущихся пар.

По И.В. Крагельскому в процессе трения и изнашивания наблюдается три

© А. А. ДУДНИКОВ, А. И. БЕЛОВОД, А. А. КЕЛЕМЕШ, 2012

этапа: образование фрикционной связи – взаимодействие поверхностей; существование фрикционной связи, обусловленное изменениями, протекающими на соприкасающихся поверхностях в процессе трения в результате деформаций; нарушение фрикционной связи и разрушение поверхности.

Молекулярно-механическая теория И.В. Крагельского объясняет внешнее трение твёрдых тел в более широком диапазоне условий эксплуатации. Согласно этой теории износ определяется микрорезанием, упругим и пластическим деформированием, микросхватыванием и глубинным вырыванием (рис. 1).

В молекулярно-механической теории, разработанной Б.В. Дерягиным и Б.П. Костецким, даётся наиболее полное объяснение явлений, которые вызваны трением. По этой теории имеется три вида взаимодействия поверхностей: механическое отдельных шероховатостей; молекулярное, связанное с образованием окисных плёнок; молекулярное схватывание.

В результате трения, вызванного внешними условиями, поверхностные слои контактируемых деталей претерпевают существенные изменения, приобретая новые физико-механические свойства. Эти слои, в свою очередь, вступают во взаимодействие с внешней средой и друг с другом: так происходит процесс изнашивания материала деталей.

Подробная классификация видов износа предложена авторами [1], которые отмечают, что наиболее неблагоприятной для трущихся поверхностей является граничная смазка.

В соответствии с международным стандартом ИСО 4378/3 граничной смазке не свойственны объёмные свойства смазочного материала, и она определяется свойствами граничных слоёв, возникающих при взаимодействии материала поверхности трения и смазочного материала в результате физической адсорбции или химической реакции.

Поверхности трения бронзовых втулок шатунов, опорных шеек распределительных валов и других деталей двигателей внутреннего сгорания периодически работают в условиях граничной смазки. В этом случае надёжность узлов трения определяется способностью граничных смазочных слоёв разделять поверхности трения, предотвращая повышенный износ.

В зависимости от условий трения и материалов трущихся пар имеет место тот или иной вид нарушения фрикционных связей и изнашивания. Классификация видов изнашивания представлена на рис. 2.

По данным работ [2], наиболее распространёнными видами износа являются

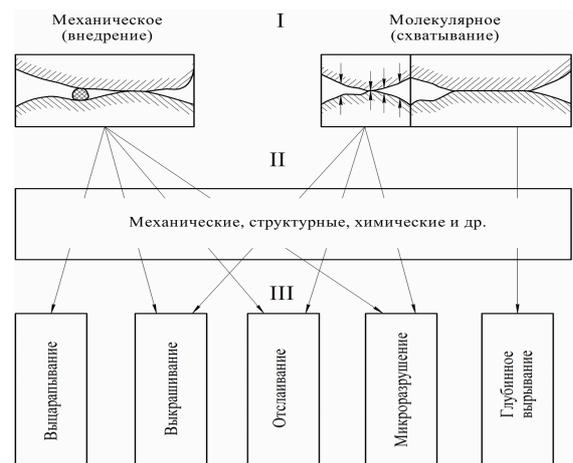


Рис. 1. Классификация видов взаимодействия, изменений и разрушений поверхностных слоёв: I – виды взаимодействия; II – виды физико-химических изменений; III – виды разрушений

абразивное, адгезионное, усталостное, кавитационное, коррозионное и эрозионное.

Как видно из диаграммы (рис. 3), большинство деталей выходит из строя в результате абразивного, гидро- и газоабразивного изнашивания. Его характер может значительно меняться в зависимости от физико-механических свойств

материала и абразива, давления в зоне контакта, скорости деформирования поверхностного слоя, температуры нагрева материала и агрессивности среды.

Металлические поверхности в процессе пластического деформирования обычно упрочняются. Сила и напряжение трения зависит от прочностных свойств тела и закономерностей изменения их в процессе деформации. Закономерности изменения прочностных свойств приконтактных слоёв зависят от степени и скорости деформации. Как правило, прочность поверхностных слоёв больше прочности слоёв в объёме тела в результате дополнительных деформаций сдвига, среза неровностей, которым подвергается деталь при обработке.

Согласно исследованиям некоторых авторов [3] жёсткость контакта в направлении движения достаточно велика, а деформация мала. Поэтому выступы контактирующих микронеровностей поверхностей деформируются только в направлении действия внешней нормальной нагрузки, поскольку возникающие напряжения будут превосходить предел текучести.

На величину изнашивания в зависимости от параметров режима трения оказывает влияние продолжительность контакта отдельных участков. При перемещении трущихся поверхностей вследствие трения с относительно малыми скоростями скольжения возникают механические релаксационные колебания. Колебательное изменение силы трения в зависимости от продолжительности каждого движения может иметь близкую к синусоидальной форму [4].

Изнашивание трущихся поверхностей в условиях трения скольжения происходит вследствие пластического деформирования отдельных неровностей, удаления с контактирующих поверхностей разрушенных адсорбированных и



Рис. 2. Классификация видов изнашивания

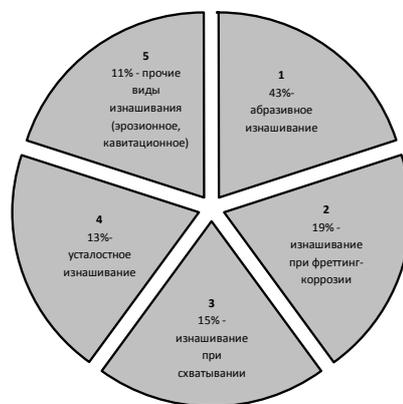


Рис. 3. Диаграмма распределения различных видов изнашивания деталей сельскохозяйственных машин: 1 – абразивное, газо-абразивное (43%); 2 – изнашивание при фреттинг-коррозии (19%); 3 – изнашивание при схватывании (15%); 4 – усталостное изнашивание (13%); 5 – прочие виды изнашивания: эрозионное, кавитационное (11%)

окисных плёнок, разрушения металла на отдельных наиболее сближенных участках контакта при одновременном протекании окислительных процессов на поверхности трения. Повышение давления или температуры трения до значений, при которых в наиболее сближенных участках контакта металл поверхностного слоя пластически деформируется, приводит сначала к образованию надрывов, а затем к вырыванию частиц металла и переносу их на более прочную поверхность другого тела.

В диапазоне давлений и скоростей, при которых металл в тонком поверхностном слое упрочняется и адсорбированная или окисная плёнки эффективно разделяют трущиеся поверхности, изнашивание деталей происходит за счёт выкрашивания и удаления плёнок, разрушения металла на отдельных наиболее сближенных участках контакта, где прочность становится недостаточной.

В условиях трения при упрочнении металла в тонком поверхностном слое толщина окисной или адсорбированной плёнок может достичь максимального значения, при котором износ трущихся поверхностей становится минимальным. Снижение износа происходит вследствие упрочнения металла при обработке, а также образования твёрдых плёнок.

Нежелательным явлением при трении скольжения является схватывание, зависящее от степени пластичности обрабатываемого материала. Процесс схватывания по мнению П.А. Ребиндера [5] происходит в следующей последовательности. В начале на поверхности трения образуются участки контакта с рисками, расположенными в направлении контакта. Затем происходит увеличение количества, размеров и глубины рисков. На третьей стадии в направлении скольжения появляется сравнительно широкий и не глубокий задир с неслившимися между собой бороздками. В дальнейшем задир получает последующее развитие, бороздки сливаются в одно целое, появляются вырывы и перенос частиц металла.

Как полагает А.М. Сулима [6], процесс изнашивания можно разделить на три стадии.

На первой – происходит изнашивание трущихся поверхностей при малых скоростях скольжения и под влиянием давления наиболее полно протекает пластическая деформация металла в тонком поверхностном слое.

Во время второй стадии происходит изнашивание в условиях возрастающего упрочнения металла в активном слое. При этом скорость деформации превалирует над температурой трения и удаление плёнок компенсируется их восстановлением.

На третьей стадии изнашивание осуществляется в условиях разупрочнения и повышения пластичности металла в тонком поверхностном слое, при котором тепловое воздействие превалирует над скоростью деформирования.

Изучение локальных деформаций и структурных изменений поверхностей трения имеет большое значение для познания явлений изнашивания, поскольку пластическая деформация является тем первичным процессом, который создаёт условия для протекания больших вторичных элементарных процессов изнашивания.

Анализ различных классификаций износа свидетельствует, что на практике процесс изнашивания выглядит значительно сложнее, чем это описано во многих работах. В процессе эксплуатации разрушение металла протекает при одновременном действии различных факторов. Поэтому процесс износа является многогранным.

Для оценки характера изнашивания и выбора методов упрочнения, необходимо проведение исследований влияния основных факторов на протекание процесса износа деталей определённой номенклатуры.

**Список литературы:** 1. Чичнадзе А. В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А. В. Чичнадзе, Э. М. Берлинер, Э. Д. Браун. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с. 2. Костецкий Б.М. Поверхностная прочность материалов при трении / Б. М. Костецкий и др. – К.: Техника, 1976. – 291 с. 3. Михин Н. М. Экспериментальные исследования зависимости сближения шероховатых поверхностей от нагрузки при пластическом контакте / Н. М. Михин, В. В. Алисин. – М.: Машиностроение, 1984. – 266 с. 4. Евдокимова А. Н. Закономерность сдвиговых деформаций при высокоскоростном трении и шлифовании и свойства поверхностных слоёв / А. Н. Евдокимова. – К.: Урожай, 1998. – 113 с. 5. Ребиндер П. А. Физико-механическая механика / П. А. Ребиндер. – М.: Наука, 1979. – 331 с. 6. Сулима А. М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / А. М. Сулима, В. А. Шулов, Ю. Д. Ягодин. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.

---

УДК 621.784.4

**Класифікація зношування деталей сільськогосподарських машин/ Дудников А. А., Біловод А. І., Келемеш А. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. - № 44(950). С. 20 - 24**

У статті викладена класифікація процесів зношування деталей машин і розглянуто механізм їх перебігу. Из.: 3 Бібліогр.: 6 назв.

**Ключові слова:** класифікація, зношування, механізм, деформація

UDK 621.784.4

**Classification of wear parts of agricultural machines / Dudnikov A. A., Bilovod A. I., Kelemesh A. A.// Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - №44(950). P. 20 - 24**

In this paper the classification of the wear of machine parts and the mechanism of their occurrence. . Im.: 3: Bibliogr.: 6

**Keywords:** classification, wear mechanism of the deformation

*Надійшла до редакції 30.07.2012*