

ТРИБОТЕХНИКА КАК СПОСОБ БОРЬБЫ С ТРЕНИЕМ

Васильева Наталья Геннадьевна

старший преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет, филиал, РФ, г. Кумертау

Якупов Раиль Радикович

студент, Уфимский государственный авиационный технический университет, филиал, РФ, в г. Кумертау

Tribotechnika as a method of fighting with friction

Natalya Vasilyeva

senior lecturer, Ufa State Aviation Technical University, branch, Russia, Kumertau

Rail Yakupov

student, Ufa State Aviation Technical University, branch, Russia, Kumertau

Аннотация. Главная цель, которая ставит перед собой триботехника - это продлить рабочий ресурс средств и объектов материального производства. Но помимо явно выраженных технических и экономических аспектов, решаемых триботехникой, не менее важным является направление ее работ по улучшению экологии.

Abstract. The main goal of tribotechnics is to extend the working resource of means and objects of material production. But in addition to the clearly expressed technical and economic aspects solved by tribotechnics, the direction of her work on improving ecology is no less important.

Ключевые слова: трибология; триботехника; эффект безызносности; водородное изнашивание; квазижидкостная форма.

Keywords: tribology; tribotechnics; the effect of non-weariness; hydrogen wear; quasi-liquid form.

Трение – удивительный феномен природы! Оно подарило человечеству тепло и огонь, возможность в короткое время остановить скоростной поезд и автомобиль, ускорить химическую реакцию в сто тысяч раз, записать человеческий голос на пластинку и многое другое [1].

Трение по характеру проявления и действия обычно представляется механическим явлением. Однако в его основе лежат сложные молекулярно-механические взаимодействия, во многом зависящие от состава, строения, объемных и поверхностных свойств трущихся тел.

По кинематическим признакам трение подразделяют на три вида.

1. Трение острия. Случай, когда вращение одного из двух контактирующих тел происходит вокруг оси, представляющей собой нормаль, проведенную через единственную точку соприкосновения со вторым телом.

2. Трение качения. Оно представляет собой случай, когда перемещение одного тела (шара, цилиндра) по-другому (плоскости) происходит вокруг оси, не пересекающей ни одно из трущихся тел, и скорость относительного смещения которых в точке контакта равна нулю.

3. Трение скольжения. Случай трения, когда скорость относительного скольжения тел отлична от нуля.

Отличие первых двух видов заключается в том, что при качении точки (линии) контакта одного тела соприкасаются с точками (линиями) контакта другого тела на мгновение, тогда как при трении острия (верчения) они находятся в соприкосновении длительное время.

Чаще всего последствия трения сказывается негативно. С ним связана надежность и долговечность деталей машин и механизмов. Трение приводит к потерям энергии, перегреву механизмов, снижению передаваемых усилий, повышенному расходу горючего и других материалов.

С другой стороны трение играет и положительную роль. Работа многих механических передач была бы невозможна без трения, более того работа фрикционных вариаторов, ременных передач, фрикционных тормозов и муфт сцепления целиком основана на использовании сил трения.

Трение желательно в: (приводной технике; тормозной технике; технике соединений).

Трение нежелательно при: (затрате энергии; потере энергии; износе).

Процесс постепенного изменения размеров тела при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения материала и остаточной деформации тела, получил название изнашивание, а сам результат изнашивания – износ.

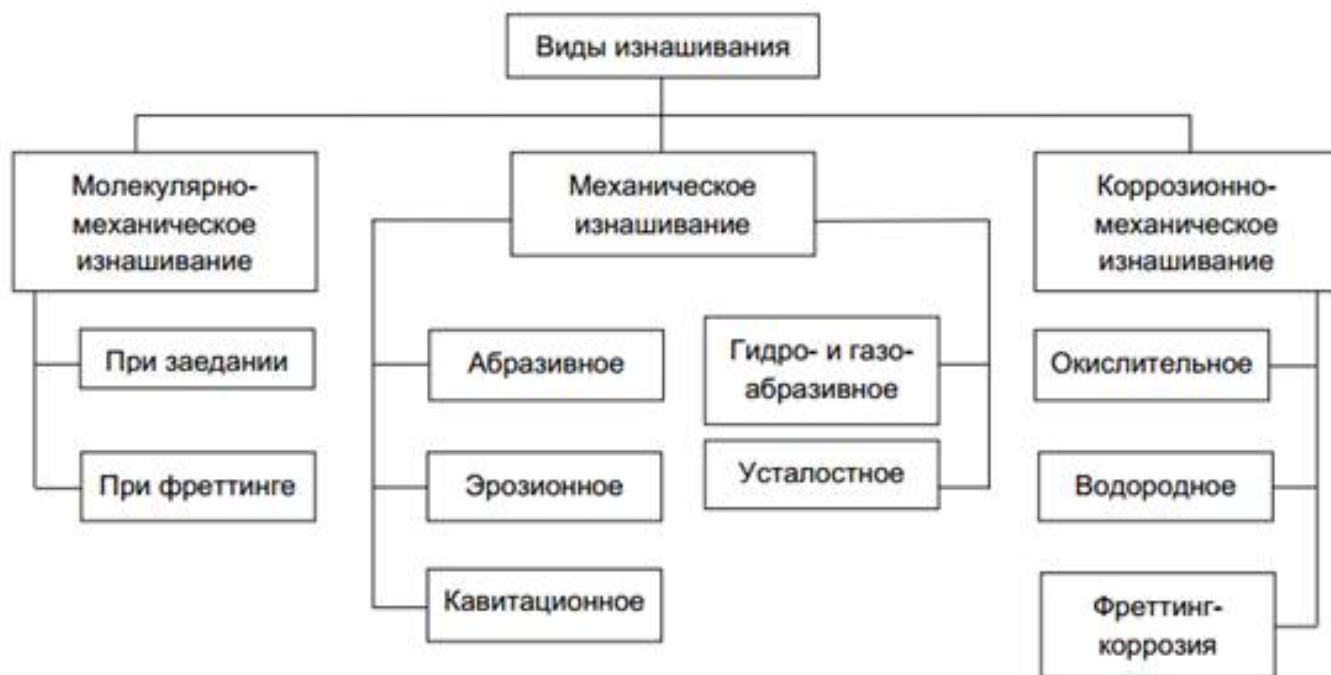


Рисунок 1. Классификация видов изнашивания

Механические виды изнашивания:

1. Абразивное изнашивание реализуется в условиях, когда в зону трения тел попадают (или образуются там) твердые частицы.
2. Эрозионное изнашивание – связано с воздействием на твердые тела потоков жидкости или газа.
3. Газоабразивное изнашивание – представляет собой комплексное воздействие на твердое тело газовой струи и абразивных частиц.
4. Кавитационное изнашивание – возникает в потоке жидкости, быстро движущейся с переменной скоростью.
5. Усталостное изнашивание возникает в результате многочисленного и упругого отеснения материала.

Молекулярно-механические виды изнашивания:

1. Изнашивание при заедании характеризуется результатом молекулярного взаимодействия между выступами твердых тел в зоне фрикционного контакта.
2. Изнашивание при фреттинге – механическое изнашивание соприкасающихся тел при колебательном относительном микроперемещении.

Коррозионно-механические виды изнашивания:

1. Окислительное изнашивание – это изнашивание, возникающее вследствие химической реакции материала с кислородом.
2. Фреттинг – коррозия – это изнашивание плотно контактирующих тел при их колебательном относительном перемещении в условиях воздействия коррозионной среды [3].

Износостойкость трущихся тел во многом определяется процессами, происходящими во фрикционном контакте, т.е. реальными давлениями, температурными процессами, которые в процессе эксплуатации пары трения меняются и наиболее явно выражены во времени.

По зависимости В.Ф. Лоренца можно выделить принципиально отличающиеся во времени и по механизму разрушения три стадии процесса изнашивания трущихся тел (I, II и III) [3].

Первая стадия изнашивания, продолжительность которой составляет незначительную долю от времени работы сопряжения, получила название приработки пары или узла трения. В этот период происходят процессы изменения геометрии поверхностей трения и физико-химических свойств обоих взаимодействующих фрикционных материалов.

Во второй стадии изнашивания фрикционных пар трение стабилизируется, интенсивность изнашивания снижается и в среднем остается практически неизменной.

Третья стадия изнашивания начинается с момента, когда под действием динамических факторов резко увеличивается интенсивность изнашивания, достигая своей катастрофической величины, и узел трения выходит из строя (повреждается).

До сегодняшнего дня трение во многих его аспектах остается неразгаданной. При трении одновременно происходят механические, электрические, тепловые, вибрационные и химические процессы. Трение позволяет упрочнить или разупрочнить металл, повышать или уменьшать в нем содержание углерода. Трение может насытить металл водородом или же наоборот обезводородить его [1].

В настоящее время с трением связана одна из самых острых вопросов современности – износ машин и механизмов. Затраты на восстановление машин громадны.

Износ деталей приводит к выходу из строя большинство машин, около (85–90%). Расходы на техническое обслуживание и ремонт машины в несколько раз превышают ее стоимость: для автомобилей в 6 раз, для самолетов до 5 раз, для станков до 8 раз.

На долю заводов, выпускающих новые тракторы, приходится лишь 22% мощностей, на долю заводов, изготавливающих запасные части к тракторам, 34%, а на долю ремонтных предприятий 44%. Говоря другими словами, на ремонт тракторов расходуется примерно в 4 раза больше производственных мощностей, чем на их изготовление.

Трудоемкость ремонта и технического обслуживания многих строительных и дорожных машин за срок их службы примерно в 15 раз превышает трудоемкость изготовления новых.

За весь срок службы автомобилей, тракторов и комбайнов их ремонтируют до 5 раз. Ресурс нового двигателя в сравнении с ресурсом двигателя после ремонта варьируется в пределах 30–50%. Количество рабочих, занятых ремонтом двигателя, во много раз превышает количество рабочих, изготавливающих двигатели на заводах серийной продукции. Также материальные затраты на ремонт в несколько раз превосходят затраты на изготовление новых двигателей. В целом на автомобилях и тракторах отремонтированных двигателей в 2–3 раза больше, чем новых.

Простои автомобилей из-за технических неисправностей в некоторых автомобильных хозяйствах достигают 30 ... 40% календарного времени. На каждые 1000 простаивающих грузовых автомобилей омертвляется почти 3 тысячи т. металла и 417 т резины.

Помимо явно выраженных технических и экономических аспектов, решаемых триботехникой, не менее важным является направление ее работ по улучшению экологии. Это, прежде всего, относится к переработке отработанных в машинах смазочных материалов. Для того, чтобы снизить трение и износ в год в мире расходуют более 100 млн. т смазочных материалов. При смазке эти материалы подвергаются старению и подлежат замене. Актуальной стала и проблема поиска путей ускорения процесса разложения смазки, выпадаемой на землю, в ходе работы транспортных средств. Для окружающей среды отработанные смазочные материалы представляют серьезную опасность. В этой области открываются большие перспективы для использования триботехнических технологий.

Трибология – это наука о трении и процессах, сопровождающих трение. Название этой научной дисциплины образовано от греческих слов «трибос» – трение и «логос» – наука. Трибология, как научная дисциплина, охватывает экспериментальные и теоретические исследования физических, химических, биологических и других явлений, связанных с трением. Трибология изучает внешнее и внутреннее трение твердых и жидких тел, учитывая их износ [2].

Триботехника – это упорядоченные знания о практическом применении трибологии. Трению всегда сопутствуют процессы трибологического изнашивания. Поэтому управление процессами трения и использование законов трения и изнашивания на практике являются главными задачами триботехники.

Триботехника – техническая наука, которая использует представления трибологии при проектировании и эксплуатации трибологических систем.

Главная цель, которая ставит перед собой триботехника – это продлить рабочий ресурс средств и объектов материального производства, при этом сохранив заданные рабочие характеристики. Следовательно, продлив ресурс машин и механизмов, например, на 35%, мы снижаем потребность в производстве этих средств на те же 35%.

Износ трущихся деталей при эксплуатации машин и механизмов приводит к увеличенному затрату топлива, смазочных материалов и так далее. В конце концов, всё это, испаряется в атмосфере или выливается на землю. Утилизация машиностроительного оборудования по

степени вредного влияния на среду обитания может быть сопоставима с производством исходным материалов [5].

Учитывая эти обстоятельства, значимость последних достижений трибологов, позволяющих продлить рабочий ресурс машиностроительного оборудования в 4–5 и более раз, приобретает глобальный характер. Добиться такого результата позволяют открытия безызносного трения, водородного изнашивания и восстановление ресурса узлов машин без их разборки [5].

Триботехника, как и другие науки, постоянно прогрессирует. В данный момент перед триботехникой стоит ряд непростых задач:

- в 2–3 раза, увеличить сроки службы сельскохозяйственной техники, двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, автомобилей и других машин массового применения;
- сократить расходы на ремонт машин и их техническое обслуживание, в несколько раз уменьшить количество смазочных работ;
- уменьшить силы трения в машинах, повысить их КПД, сократить время приработки машин;
- выработать новые смазочные материалы для работы при больших температурах, с лучшей смазывающей способностью, гарантирующий высокую задиростойкость материалов при трении.

Новую область трибологии все исследователи единогласно называют прорывным, стратегическим. Оно на основе синергетики, изучает созидующее действие трения.

Научной базой для этого направления стали два открытия мирового уровня: «эффект безызносности при трении» (1964 год) и «водородное изнашивание металлов» (1992 год). Автором открытий и основателем этой научной школы является выдающийся российский ученый – профессор, академик Российской инженерной академии Дмитрий Николаевич Гаркунов [4].

Суть трибологии на основе самоорганизации – в особом взаимодействии регулярной микрогеометрии детали и металлоплакирующей присадки. Регулярная микрогеометрия – это специальные неровности, искусственно создаваемые на поверхностях трущихся частей. Металлоплакирующая присадка – специальная добавка к смазочным материалам, содержащая квазижидкостную форму меди.

Квазижидкостная форма меди заполняет шероховатости чугуновых или стальных деталей, заменяя трение сталь-сталь или чугун-сталь, трением меди по меди, что существенно уменьшает коэффициент трения в узлах с 0,1–0,05 до 0,03–0,003. Помимо всего этого, в следствии взаимодействия этой смазки и таких специальных шероховатостей на поверхностях трущихся деталей самопроизвольно возникает защитная, так называемая серовитная медная пленка, которая обладает необычными физическими свойствами [4].

Пленка образуется в результате электрической и тепловой энергии, выделяемая при трении, и химического взаимодействия элементов. Вследствие чего процесс трения из разрушительного становится созидательным, подобным движению суставов в скелетах живых организмов, где тоже имеются трущиеся поверхности и аналог металлоплакирующей смазки – хрящевая ткань и синовиальная жидкость [4].

Новые триботехнологии находят все более широкое применение в транспорте, авиации и флоте, тяжелом машиностроении и сельскохозяйственной технике. Их использование уже сегодня позволяет:

- увеличить ресурс машин и оборудования почти в 2 раза;
- уменьшить использование смазочных материалов в 2–3 раза;

- уменьшить потребление запасных частей в два и более раз;
- снизить загазованность атмосферы при работе транспорта в 2–3 раза.

А в будущем используя новые трибоматериалы и триботехнологии ученые планируют создавать такие закрытые долговечные универсальные узлы трения, которые по своему физико-химическому механизму практически ничем не будут отличаться от суставов живых организмов с их естественной самоорганизацией. Другими словами, в технике все больше станут использоваться природные механизмы, а машины все больше станут напоминать животных.

Список литературы:

1. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника. Краткий курс. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2008. 344 с., ил. 143.
2. Инновационные технологии и передовые инженерные решения // Российский новый университет – [Электронный ресурс] – URL: http://www.rosnou.ru/important/o_z_innov_tech.
3. Колубаев А.В. Основы трибологии // Томский политехнический университет – [Электронный ресурс] – URL: <http://docplayer.ru/30881410-Tomskiy-politehnicheskij-universitet-a-v-kolubaev-osnovy-tribologii.html>.
4. Новые шаги на пути создания вечного двигателя // Госкорпорация Ростех – [Электронный ресурс] – URL: <http://rostec.ru/research/project/4421>.
5. Основы триботехники: учебное пособие / Ю.М. Лужнов, В.Д. Александров; под ред. Ю.М. Лужнова. – М.: МАДИ, 2013. – 136 с.