



Vydavatel «Osvícení»

Материалы Международной (заочной)
научно-практической конференции
под общей редакцией **А.И. Вострещова**

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ (THE PRIORITY RESEARCH AREAS IN THE XXI CENTURY)

научное (непериодическое) электронное издание

Приоритетные научные направления в XXI веке [Электронный ресурс] / Vydavatel «Osvícení», Научно-издательский центр «Мир науки». – Электрон. текст. данн. (1,45 Мб.). – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2024. – 1 оптический компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC с процессором не ниже 233 МГц., Microsoft Windows Server 2003/XP/Vista/7/8, не менее 128 МБ оперативной памяти; Adobe Acrobat Reader 10.1 или выше; дисковод CD-ROM 8х или выше; клавиатура, мышь. – Загл. с тит. экрана. – Электрон. текст подготовлен НИЦ «Мир науки».

© Vydavatel «Osvícení», 2024

© Научно-издательский центр «Мир науки», 2024

СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДАНИИ

Классификационные индексы:

УДК 001

ББК 72

П76

Составители: Научно-издательский центр «Мир науки»

А.И. Вострецов – гл. ред., отв. за выпуск

Аннотация: В сборнике представлены материалы Международной (заочной) научно-практической конференции «Приоритетные научные направления в XXI веке», где нашли свое отражение доклады студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников вузов Российской Федерации и Казахстана по техническим, педагогическим и другим наукам. Материалы сборника представляют интерес для всех интересующихся указанной проблематикой и могут быть использованы при выполнении научных работ и преподавании соответствующих дисциплин.

Сведения об издании по природе основной информации: текстовое электронное издание.

Системные требования: PC с процессором не ниже 233 МГц., Microsoft Windows Server 2003/XP/Vista/7/8, не менее 128 МБ оперативной памяти; Adobe Acrobat Reader 10.1 или выше; дисковод CD-ROM 8x или выше; клавиатура, мышь.

© Vydavatel «Osvícení», 2024

© Научно-издательский центр «Мир науки», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Д.А. Исакова, А.Ж. Касенов, А.А. Макышев** Критерии и схемы трения и износа на прямолинейных и криволинейных поверхностях 6
- М.М. Попова** О перспективах промышленного применения демпфирующих сплавов на основе цветных металлов 17
- А.Ж. Таскарина, Г.Т. Итыбаева, Т.Л. Луб** Разработка математической модели процесса обработки отверстий резцовой сборной развёрткой с безвершинными зубьями 23

ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ

- Ұ. Жанатқызы** Қыр баласы 28

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Д.В. Калинина** Исторические особенности возникновения и распространения коррупции 35
- Е.С. Петрикеева** Институт необходимой обороны: историко-правовой аспект 41

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Е.В. Шаркунова** Организация волонтерской деятельности в техническом вузе 49

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- И.А. Кривошеев** Хозяйственное освоение территории Прикамбодья в неолите и бронзовом веке 55

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Д.А. Исакова,
докторант 3 курса
напр. «Машиностроение»,
А.Ж. Касенов,
к.т.н., профессор,
А.А. Макышев,
инженер,
НАО Торайгыров университет,
г. Павлодар, Республика Казахстан*

КРИТЕРИИ И СХЕМЫ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА НА ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Аннотация: в статье рассматриваются критерии и схемы трения и износа на прямолинейных и криволинейных поверхностях, которые являются важными аспектами при анализе контактных взаимодействий в механических системах. Проанализированы основные факторы, влияющие на износ, такие как материал, смазка, температура и скорость скольжения. Работа является актуальной для специалистов в области трибологии, машиностроения и материаловедения.

Ключевые слова: трение, износ, прямолинейные поверхности, криволинейные поверхности.

Работа в данном направлении в данное время направлена на изучение и анализ процессов трения и износа в машиностроении с целью повышения долговечности и эксплуатационной надежности узлов и механизмов. Работа также охватывает классификацию трения, его влияние на современную технику и необходимость изучения процессов трения для дальнейшего развития в области машиностроения и в эксплуатации техники.

В современной механике трение охватывает разнообразие явлений, возникающих в результате взаимодействия соприкасающихся поверхностей твердых тел при их

относительном движении, а также при внутреннем движении твердых, жидких и газообразных веществ во время их деформации.

Трение – процесс механического взаимодействия соприкасающихся тел при их относительном смещении в плоскости касания (внешнее трение) либо при относительном смещении параллельных слоёв жидкости, газа или деформируемого твёрдого тела (внутреннее трение, или вязкость) [1].

Законы трения.

Существует пять законов трения, и они следующие:

- Трение движущегося объекта пропорционально и перпендикулярно нормальной силе.

- Трение, испытываемое объектом, зависит от характера поверхности, с которой он соприкасается.

- Трение не зависит от площади контакта, пока существует площадь контакта.

- Кинетическое трение не зависит от скорости.

- Коэффициент статического трения больше, чем коэффициент кинетического трения.

Когда мы видим какой-либо объект, мы можем видеть гладкую поверхность, но когда тот же объект рассматриваем под микроскопом, можно увидеть, что даже кажущийся гладким объект имеет неровные края. Крошечные бугорки и бороздки можно увидеть в микроскоп, и они известны как неровности поверхности. Итак, когда один объект перемещается по-другому, эти неровности на поверхности запутываются, вызывая трение. Чем больше шероховатость, тем больше будут неровности и больше будет приложенная сила.

Статическое трение.

Существует несколько теорий, касающихся причин статического трения, и, как и большинство концепций, связанных с трением, каждая из них оказывается верной при одних условиях, но терпит неудачу при других обстоятельствах. Для реальных применений (особенно тех, которые связаны с промышленным оборудованием и движением). Управление две наиболее широко принятые

теории статического трения связаны с микроскопической шероховатостью поверхностей.

Независимо от того, насколько «идеально» обработана, отделана и очищена поверхность, она неизбежно будет иметь неровности – по сути, «шероховатость», состоящую из вершин и впадин, очень похожих на горный хребет. (Технически «пики» – это неровности). Когда две поверхности соприкасаются, может показаться, что они имеют большую, четко определенную площадь соприкосновения, но на самом деле соприкосновение происходит только в определенных местах, то есть там, где неровности обеих поверхностей мешают друг другу.

Сумма этих небольших площадей контакта между неровностями называется «реальной» или «эффективной» площадью контакта. Поскольку эти отдельные зоны контакта очень малы, давление ($\text{pressure} = \text{force} \div \text{area}$) между поверхностями в этих точках очень высокое. Такое экстремальное давление способствует возникновению адгезии между поверхностями посредством процесса, известного как холодная сварка, который происходит на молекулярном уровне. Прежде чем поверхности смогут перемещаться относительно друг друга, связи, вызывающие эту адгезию, должны быть разорваны.

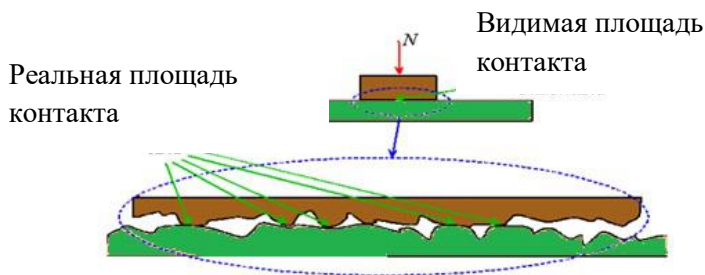


Рисунок 1 – Площади контакта

Кроме того, шероховатость поверхностей означает, что в некоторых местах неровности одной поверхности будут

переходить во впадины другой поверхности – другими словами, поверхности будут сцепляться.

Эти сцепленные участки должны быть разорваны или пластически деформированы, прежде чем поверхности смогут двигаться. Другими словами, должно произойти истирание. Таким образом, в большинстве случаев статическое трение вызвано как адгезией, так и истиранием контактирующих поверхностей.

Законы статического трения.

Существуют два закона статического трения:

1. Первый закон: Максимальная сила статического трения не зависит от площади контакта.

2. Второй закон: Максимальная сила статического трения сравнима с нормальной силой, т.е. Если нормальная сила увеличивается, максимальная внешняя сила, которую объект может выдержать без движения, также увеличивается.

3.

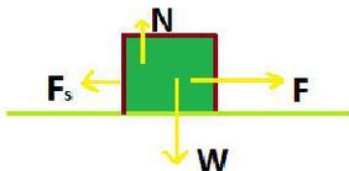


Рисунок 2 – Направления сил

Кинетическое трение.

Кинетическое трение определяется как сила, действующая между движущимися поверхностями. Тело, движущееся по поверхности, испытывает силу, противоположную направлению его движения. Величина силы будет зависеть от коэффициента кинетического трения между двумя материалами.

Трение легко определяется как сила, которая удерживает скользящий объект. Кинетическое трение является частью всего, и оно препятствует движению двух или более объектов. Сила действует в направлении, противоположном тому, в котором объект хочет скользить.

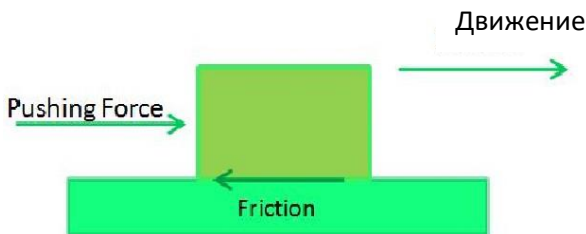


Рисунок 3 – Направления трения, силы и движения

Преодоление статического трения между двумя поверхностями по существу устраняет как молекулярные препятствия (холодная сварка между неровностями), так и, в некоторой степени, механические препятствия (взаимовлияние неровностей и впадин поверхностей) для движения. После начала движения некоторое истирание продолжает происходить, но на гораздо более низком уровне, чем при статическом трении, а относительная скорость между поверхностями обеспечивает недостаточное время для проведения дополнительной холодной сварки (за исключением случаев крайне низкой скорости).

Поскольку большая часть адгезии и истирания преодолевается для создания движения, сопротивление движению между поверхностями снижается, и поверхности теперь движутся под действием кинетического трения, которое намного ниже, чем статическое трение. [2]

Износ приводит к ухудшению герметичности соединений и нарушению точности расположения деталей и их движения. Это может вызывать заклинивания, удары и вибрации, что, в свою очередь, ведет к поломкам. Трение ведет к энергетическим потерям, перегреву механизмов, снижению передаваемых нагрузок, а также увеличению расхода топлива и других ресурсов.

Износ – результат изнашивания, определяемый в установленных единицах.

Трение в машинах и механизмах играет двоякую роль. С одной стороны, трение является основой работы машин,

например, трение колес экипажей (электровозов, автомобилей, тракторов и других машин), механизмов передвижения подъемно-транспортного оборудования с опорными поверхностями; трение элементов фрикционно-тормозных систем (friction – трение, скольжение), энергия которого используется для снижения скорости движения и остановки. С другой стороны, наличие трения в кинематических парах и звеньях механизмов отрицательно сказывается на эффективности их работы: снижается механический коэффициент полезного действия машин; происходит изнашивание взаимодействующих деталей и изменение конструктивной геометрии элементов, лимитирующей их ресурс; выделяется тепло, отрицательно влияющее на условия работы. Для создания технически грамотных и экономически обоснованных конструкций необходимо уметь управлять трением и износом и, в первую очередь, рассчитывать детали машин с учетом величины трения и износа. [3]

Некоторые ключевые аспекты и особенности трения и износа для прямолинейных и криволинейных поверхностей.

Таблица 1 – Аспекты и особенности трения и износа для прямолинейных и криволинейных поверхностей

| | Прямолинейные поверхности | Криволинейные поверхности |
|--------------------|--|---|
| Контакт | более предсказуемый характер контакта, что позволяет легче рассчитывать величину трения и износа | сложный характер контакта, что затрудняет анализ трения и износа. Контактные пятна могут меняться в зависимости от угла наклона и радиуса кривизны. |
| Коэффициент трения | можно рассчитать с помощью известных формул и эмпирических данных. Он может быть устойчивым, | может варьироваться в зависимости от геометрии и радиуса кривизны. Например, на радиусах с малой кривизной трение может |

| | | |
|--------------------|--|---|
| | если поверхности гладкие и хорошо отшлифованные. | быть выше. |
| Угловое движение | - | возникают дополнительные силы, например, центробежные, что также влияет на характер трения. Это может приводить к различным режимам износа, таким как скольжение и катящийся износ. |
| Износ | часто является равномерным, но зависит от материалов, сил давления и условий смазки. | может происходить неравномерно, что может приводить к образованию дефектов и повреждений. |
| Эффект температуры | могут подвержены перегреву из-за трения, что может привести к термическому износу. | - |
| Влияние смазки | - | смазка может распределяться неравномерно, что также влияет на коэффициент трения и уровень износа. |

Сравнительный анализ прямолинейных и криволинейных поверхностей.

Таблица 2 – Сравнительный анализ прямолинейных и криволинейных поверхностей

| | Прямолинейные поверхности | Криволинейные поверхности |
|-----------------------|---|---|
| Геометрия поверхности | <ul style="list-style-type: none"> – характеризуются простотой формы (например, плоскости, цилиндры) и постоянным углом между поверхностями – взаимодействие между поверхностями обычно проще для математического описания и анализа | <ul style="list-style-type: none"> – поверхности могут иметь сложную геометрию (например, сферы, эллипсоиды), что приводит к изменению углов, радиусов кривизны и других геометрических параметров – сложнее в анализе, так как могут включать в себя изменение наклона, изгибы и другие характеристики |
| Влияние на трение | <ul style="list-style-type: none"> – Трение часто определяется по формуле Кулона, где трение пропорционально нормальной силе и зависит от коэффициента трения между материалами. – Поверхности имеют равномерное распределение усеченной энергии, что может приводить к меньшему износу при равномерном давлении. | <ul style="list-style-type: none"> – Поскольку криволинейные поверхности имеют изменяющуюся геометрию, это может привести к изменению распределения давления и трения. – На таких поверхностях могут возникать концентрации напряжений, что может увеличить износ, особенно в местах резкого изменения радиусов кривизны. – Кривизна может влиять на тип трения (скольжение против |

| | | |
|------------------|--|---|
| | | скольжения, скольжение против кручения и т.д.), увеличивая шероховатость контакта. |
| Влияние на износ | <p>– Износ более однородный благодаря равномерному давлению и постоянной площади контакта, что позволяет распределить нагрузки.</p> <p>– Если поверхности гладкие, то износ будет минимален, так как площадь контакта может быть оптимальной</p> | <p>– Износ может быть неравномерным и зависим от месторасположения точки контакта, что будет создавать "горячие точки" износа.</p> <p>– Неровности и изменения в кривизне могут приводить к локальным перегревам и быстрому истиранию, а также к увеличению абразивного износа (например, в случае взаимодействия с абразивными частицами).</p> |

На трение сильно влияют свойства материалов, взаимодействующих в процессе трения. Существуют несколько основных материалов, которые оказывают наиболее значительное влияние на трение: металлы (железо и его сплавы, алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы), полимеры (полиэтилен, полипропилен, политетрафторэтилен (тефлон), нейлон), керамика (оксид алюминия, карбид кремния, нитрид бора), композиционные материалы (металлополимерные материалы (сочетание полимеров и металлов), углеродистые материалы (графит, алмазы), смазочные материалы, хотя смазочные материалы не являются самими трущимися поверхностями, они оказывают значительное влияние на трение (минеральные масла, синтетические масла, твёрдые смазки

(графит, молибденовый дисульфид)). [4]

Основные характеристики материалов, влияющие на трение:

1. Твёрдость – чем твёрже материал, тем выше его сопротивление к износу, но при этом может увеличиваться трение.

2. Шероховатость поверхности – гладкие поверхности имеют более низкий коэффициент трения, в то время как шероховатые поверхности увеличивают трение.

3. Теплопроводность – материалы с высокой теплопроводностью лучше рассеивают тепло, что может снижать вероятность перегрева и износа.

4. Химическая стойкость – важна в условиях трения с агрессивными средами или при высоких температурах.

5. Износостойкость – способность материала сохранять свои свойства и форму при длительном трении.

Эти факторы играют ключевую роль в выборе материалов для узлов трения, таких как подшипники, шестерни и другие механизмы в машиностроении.

Основные аспекты, которые связаны с геометрией поверхности и её воздействием на эти процессы, включают шероховатость, волнистость, форму микронеровностей, ориентацию неровностей, контактную площадь и эффект смазки. [5].

Геометрия поверхности играет ключевую роль в поведении трения и износа. Прямолинейные поверхности, благодаря своей простоте и однородности, обеспечивают стабильные показатели трения и износа, тогда как криволинейные поверхности могут создавать более сложные и непредсказуемые условия эксплуатации. Учет геометрии поверхности необходим для повышения надежности и срока службы материалов в различных механических системах. Гладкие поверхности с низкой шероховатостью обладают меньшим коэффициентом трения, что снижает износ. Напротив, поверхности с выраженной шероховатостью, неправильной формой и волнистостью могут увеличить трение и ускорить износ. Однако правильная комбинация геометрии и смазочных материалов может значительно улучшить эксплуатационные

характеристики деталей, работающих в условиях трения.

Исследования выполнены в рамках грантового финансирования научных и (или) научно-технических проектов на 2023-2025 годы по проекту ИРН АР19678887 «Исследование триботехнических характеристик ресурсо-энергосберегающих металлорежущих инструментов», финансируемого Комитетом Науки и высшего образования МНВО РК.

Список использованных источников и литературы:

[1] ГОСТ 27674-88 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР ТРЕНИЕ, ИЗНАШИВАНИЕ И СМАЗКА Термины и определения.

[2] Liu Y., et al. Study on friction and wear behavior of materials under different surface conditions. *Wear*, 2018. 408-409, 128-137.

[3] Полюшкин Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие / Н.Г. Полюшкин; Краснояр. гос. аграр. университет. – Красноярск, 2013. – 192 с.

[4] Д.А. Исакова, А.Ж. Касенов, А.У. Кабулова Исследование триботехнических характеристик поверхностей различными методами обработки. Теоретические и практические аспекты развития современной науки [Электронный ресурс] / Издательска Къща «СОРОС», Научно-издательский центр «Мир науки». – Электрон. текст. данн. (1,70 Мб.). – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2023 – 1 оптический. С.18-27.

[5] Д.А. Исакова. Предпосылки к исследованию триботехнических характеристик ресурсо-энергосберегающих металлорежущих инструментов. Инновационные процессы в научной среде [Электронный ресурс] / Vydavatel «Osvícení», Научно-издательский центр «Мир науки». – Электрон. текст. данн. (2,51 Мб.). – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2023 – 1 оптический. С. 22-32.

© Д.А. Исакова, А.Ж. Касенов, А.А. Макышев, 2024