

## Содержание:

image not found or type unknown



## Введение

В настоящее время, когда люди не могут обойтись без машин и другого механизированного оборудования, актуальна проблема изнашивания. Все узлы и детали рано или поздно подвергаются износу в результате трения и утрачивают свою нормальную работоспособность, работая недостаточно эффективно.

Трение является первостепенной причиной изнашивания деталей (особенно сопрягаемых и трущихся при движении друг о друга). Трение — процесс сопротивления относительно перемещению, возникающего между двумя телами в зонах соприкосновения их поверхностей по касательным к ним, сопровождаемый диссипацией энергии, т. е. превращением ее в теплоту. В повседневной жизни трение приносит одновременно и пользу, и вред. Польза заключается в том, что из-за шероховатости всех без исключения предметов в результате трения между ними не возникает скольжения. Этим объясняется, например, то, что мы свободно можем передвигаться по земле, не падая, предметы не выскальзывают из наших рук, гвоздь крепко держится в стене, поезд движется по рельсам и т. п. То же самое явление трения наблюдается в механизмах машин, работа которых сопровождается движением взаимодействующих частей. В этом случае трение дает отрицательный результат — изнашивание сопрягаемых поверхностей деталей. Поэтому трение в механизмах (за исключением трения тормозов, приводных ремней, фрикционных передач) — явление нежелательное.

Срок службы механизмов определяется износом его деталей — изменением размеров, формы, массы или состояния их поверхностей вследствие изнашивания, т. е. остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок либо из-за разрушения поверхностного слоя при трении.

Скорость изнашивания деталей оборудования зависит от многих причин: условий и режима их работы; материала, из которого они изготовлены; характера смазки трущихся поверхностей; удельного усилия и скорости скольжения; температуры в зоне сопряжения; состояния окружающей среды (запыленность и др.). Величина

износа характеризуется установленными единицами длины, объема, массы и др. Определяется износ по изменению зазоров между сопрягаемыми поверхностями деталей, появлению течи в уплотнениях, уменьшению точности обработки изделия и др.

## **1. Понятие изнашивания**

Изнашивание - процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы тела. Поверхности трения не являются абсолютно ровными; они обладают микронеровностями, величина которых зависит от точности обработки (точение - до 80 мкм, шлифование - 2...20 мкм, полирование - 0,8...1,3 мкм). При трении возникает взаимодействие микронеровностей трущихся поверхностей между собой и с абразивными частицами, попавшими в масло. Разрушение нескольких слоев микронеровностей приводит к микроповреждениям - изменениям формы поверхности, размеров и формы деталей.

трение изнашивание деталь  
оборудование

Изнашивание включает целый ряд физико-химических процессов. Происходит снятие тончайших слоев металла - микрорезание и смятие отдельных микронеровностей - пластическая и упругопластическая деформация. В результате многократного упругого деформирования микровыступов возникает усталость образуются трещины и происходит выкрашивание поверхности. Взаимодействие микронеровностей при больших давлениях и скоростях вызывает выделение тепла. Высокие локальные температуры могут достигать значений, вызывающих изменение структуры металла и повышение его хрупкости, а также приводить к термическим трещинам и даже расплавлению. Одновременно происходит молекулярное взаимодействие поверхностей, заключающееся в сращивании отдельных участков контакта, микронеровностей и в переносе частичек металла с одной поверхности на другую.

Химическая активность поверхностей вызывает коррозию. Скорость изнашивания резко меняется в зависимости, от коррозионной агрессивности среды. Следует также отметить расклинивающее действие масла, заключающееся в разрушении поверхностных слоев высоким давлением масла при затекании его в микротрещины.

## 2. Виды изнашивания

С целью управления процессом изнашивания деталей разработана классификация видов изнашивания деталей в зависимости от ведущих процессов разрушения поверхностей трения. Детали автомобилей подвержены практически всем видам изнашивания, которые делят на три группы: механическое, коррозионно-механическое, и электроэрозионное.

**Механическое изнашивание** является результатом механических действий и включает резание, царапание, деформирование, отслаивание и выкрашивание микрообъемов материала. Основными видами механического изнашивания деталей автомобилей являются: абразивное, гидро и газоабразивное, эрозионное, кавитационное, усталостное и изнашивание при заедании... *Абразивное* изнашивание состоит в основном в режущем и царапающем действии на деталь твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии. Царапание заключается в образовании углублений на поверхности в направлении скольжения под воздействием выступов сопряжений детали или свободных твердых частиц; при этом могут происходить многократная пластическая деформация и циклическое образование хрупкого слоя, который затем разрушается. Изменение структуры материала происходит из-за высокого местного нагрева, ударов, неравномерного изнашивания отдельных зерен металла и т.д. В подшипники с антифрикционным слоем абразивные частицы вдавливаются и при трении увеличивают износ сопряженного вала. Абразивному изнашиванию в сочетании с другими видами подвержены практически все трущиеся детали автомобиля.

*Гидроабразивному* изнашиванию, происходящему под действием твердых частиц, взвешенных в жидкости и перемещающихся относительно изнашивающейся детали, подвержены водяные, топливные и масляные каналы, а также детали, смазываемые под давлением. При этом абразивными частицами являются не только частицы кварца и других соединений, попадающие на трущиеся поверхности снаружи, но и частицы нагара и продукты износа, образующиеся внутри агрегатов автомобиля.

*Газоабразивное* изнашивание возникает под воздействием частиц, взвешенных в газе. Этому виду изнашивания подвержены впускные и выпускные системы автомобильных двигателей, а также наружные лакокрасочные покрытия кузовов

автомобилей особенно при работе в запыленных условиях. Наибольший износ трущихся поверхностей деталей автомобиля вызывают частицы кварца, поэтому обеспечение чистоты воздуха и эксплуатационных жидкостей, поступающих во внутренние полости агрегатов автомобиля, является важнейшим методом уменьшения интенсивности различных видов абразивного изнашивания. Трение потоков жидкостей и газов о поверхности деталей вызывает их эрозионное и кавитационное изнашивание.

*Эрозионное* изнашивание является механическим видом изнашивания в результате воздействия на поверхность детали потока жидкости - гидроэрозионное изнашивание - или газа - газоэрозионное изнашивание. Гидро- и газоэрозионное изнашивания представляют собой процесс вымывания и вырыва отдельных микрообъемов материала. Топливная аппаратура дизелей, жиклеры карбюратора, клапаны газораспределения двигателей подвержены эрозионному изнашиванию; *Кавитация* представляет собой образование, а затем поглощение парогазовых пузырьков в движущейся по поверхности детали жидкости при определенных соотношениях давлений и температур в переменных сечениях потока. Разрушение кавитационных пузырьков сопровождается гидравлическими ударами по поверхности детали и образованием каверн, полостей. Иногда кавитационное изнашивание наблюдается на наружных поверхностях гильз цилиндров двигателя, на полостях водяных насосов. *Усталостное* изнашивание является механическим изнашиванием в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя детали. Усталостное разрушение проявляется в виде выкрашивания - отделения частиц материала, приводящего к образованию ямок (питтинга) на поверхности трения. На развитие питтинга большое влияние оказывает расклинивающее действие масла. На поверхностях, где возможен выход масла из усталостных трещин, питтинги практически не наблюдаются. Усталостное разрушение имеет место на поверхностях кулачков и зубьев шестерен, в подшипниках качения трансмиссии, в антифрикционном слое вкладышей подшипников коленчатого вала двигателя.

На износ некоторых деталей, особенно выполненных из одинаковых материалов, большое влияние оказывает явление местного соединения в местах контакта, происходящее вследствие действия молекулярных сил - схватывание при трении. При этом происходит перенос материала, так как материал одной детали, соединившись с другой, отрывается от первой и остается на поверхности второй детали. Процесс возникновения и развития повреждений поверхностей трения вследствие схватывания и переноса материала называют заеданием.

*Изнашиванием при заедании*, таким образом, является изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Изнашивание при заедании определяется свойствами материалов трущихся деталей и зависит от скорости скольжения поверхностей, а также от температуры. Для деталей автомобиля, когда материал трущихся деталей подобран правильно, схватывание поверхностей может быть вызвано в основном повышением температуры при сухом трении и определяется налипанием и переносом частиц размягченного и даже расплавленного металла. Заедание может завершаться прекращением относительного движения деталей и вызывать их задир - повреждение поверхностей трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения. При аварийных отказах систем охлаждения и смазки автомобильных двигателей могут происходить заедание и, как следствие, наблюдаться задиры поршневых колец, поршней, гильз цилиндров, коренных и шатунных подшипников.

**Коррозионно-механическое изнашивание** является результатом механического воздействия, сопровождаемого химическим или электрическим взаимодействием материала со средой. Для деталей автомобиля коррозия при трении в основном связана с окислением материала поверхностей деталей, т.е. ведущее значение имеет окислительное изнашивание, при котором основное влияние на изнашивание имеет химическая реакция материала с кислородом или окисляющей окружающей средой. При окислительном изнашивании кислород воздуха или растворенный в масле образует на металле окисную пленку, которая механически удаляется при трении. Затем процесс повторяется. Пластическая деформация поверхностных слоев усиливает окисление. Изнашивание в условиях агрессивного действия жидкой среды имеет аналогичный механизм, однако пленки, как правило, малостойкие при трении и скорость процесса резко возрастает. Следует отметить, что пленки окислов и других соединений из-за неметаллической природы не способны к схватыванию. Это используют при разработке противозадирных присадок к маслам - образующиеся достаточно стойкие к стиранию пленки исключают молекулярное схватывание поверхностей. Долговечность, например, основных деталей цилиндропоршневой группы двигателя ограничивается коррозионно-механическим износом, возникающим вследствие выделения в цилиндрах из продуктов сгорания сернистой, серной, угольной, азотной и других кислот.

**Электроэрозионное изнашивание** является видом эрозионного изнашивания поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока. Этому виду изнашивания подвержены контакты прерывателя и свечей системы зажигания автомобильного карбюраторного двигателя.

### **3. Интенсивность изнашивания**

Интенсивность изнашивания, являющаяся отношением величины износа к объему выполненной работы или к наработке, на которой происходило изнашивание детали, зависит, как видно из описания процессов разрушения деталей, от различных факторов. Поэтому обеспечение износостойкости деталей требует различных мероприятий как на стадиях конструирования и изготовления автомобилей, так и при эксплуатации.

Величина износа повышается в течение всего пробега автомобиля до предельного состояния детали, но интенсивность изнашивания различна на разных этапах работы. Детали после сборки сопрягаются по выступам микронеровностей, образовавшихся при изготовлении. Размеры деталей, хотя и в пределах заданных чертежом допусков, имеют отклонения, что приводит к макро неровностям деталей - овальности, конусности, не плоскостности и т.д. Фактическая площадь контакта трущихся деталей в начальный период мала, поэтому происходит их приработка. Приработка - это процесс изменения геометрии поверхностей трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения, обычно проявляющийся при постоянных внешних условиях в уменьшении работы трения, температуры и интенсивности изнашивания. Уменьшение переработочных износов достигается работой деталей в облегченных нагрузочных и скоростных режимах, применением специальных масел и усиленной очисткой их от продуктов износа. На период приработки деталей (в течение 1...5 тыс. км) назначают режим обкатки автомобиля.

Период установившегося изнашивания характеризуется постоянной интенсивностью и, следовательно, линейным возрастанием износа. Я при постоянном угле наклона а прямой на графике. В этот период, составляющий для различных деталей 60...500 тыс. км пробега автомобиля, происходят срабатывание и воссоздание пример, но стабильных по величине микро неровностей поверхностей и посте пенное накопление макро повреждений - изменение размеров и формы детали.

Износ увеличивает зазоры в сопряжениях деталей, что приводит к ухудшению условий смазывания и повышению динамических, ударных нагрузок; разрушаются специально обработанные износостойкие поверхностные слои. Интенсивность изнашивания повышается - наступает период аварийного изнашивания. Чтобы не допустить полного разрушения детали и всего сопряжения, предельный износ, соответствующий предельному состоянию детали, назначают на начало этого периода.

На работоспособность подвижных сопряжений решающее влияние оказывают зазоры между деталями, которые, как отмечалось выше, увеличиваются в процессе работы вследствие изнашивания деталей. Как правило, в сопряжение входят детали, различной стоимости и сложности, с различной интенсивностью изнашивания. В автомобилях такими сопряжениями являются: коленчатый вал и подшипники; распределительный вал и подшипники; цилиндры и поршневые кольца двигателя; тормозные барабаны и накладки колодок и. т.д.

Интенсивность изнашивания деталей сопряжения, как правило, различна, поэтому быстро изнашиваемую деталь сопряжения заменяют на запасную часть, стремясь восстановить зазор примерно до номинального; В течение длительной эксплуатации автомобиля на процесс изнашивания каждого сопряжения оказывает влияние большое количество переменных факторов, связанных с особенностями изготовления и условиями эксплуатации. Рассмотренная природа изнашивания показывает, что на интенсивность процессов влияют молекулярная структура и другие свойства материалов, точность выполнения деталей, наличие и качество масла, его чистота; нагрузочный, скоростной и тепловой режимы работы, агрессивность среды, конструкция узла. Вместе с тем общие закономерности процессов изнашивания, усталости и коррозии деталей выявляют основные направления повышения их ресурсов и в целом обеспечения надежности автомобильных конструкций при изготовлении и эксплуатации.

## **Заключение**

В заключение можно отметить важную роль трибоники в изучении процесса изнашивания; явления износа; а также способах повышения износостойкости деталей механизмов и машин. Триботехнические явления должны учитываться при проектировании и эксплуатации машин и механизмов. Они проявляются при

земляных работах, в сельском хозяйстве, строительстве, добывающей промышленности и во многих других случаях. Потери средств от трения и износа в развитых странах составляют 4-5% национального дохода, а преодоление сопротивления трения поглощает во всем мире 20-25% вырабатываемой за год энергии. Анализ специальных комитетов Международного совета по трибологии показал, что за полный цикл эксплуатации машин эксплуатационные расходы, затраты на ремонт и запасные части в несколько раз превышают затраты на изготовление новой техники.

Повышение экономически и экологически целесообразной долговечности, и надежности машин, технологического оборудования и инструмента непосредственно связано с повышением износостойкости. Решение этой актуальной и практически необходимой задачи возможно только на базе глубоких, научно обоснованных решений. Управление трением, правильный выбор материалов по критериям трения и износостойкости, рациональное конструирование узлов трения и деталей машин и оптимизация условий эксплуатации могут существенно продлить срок жизни и повысить эффективность машин, снизит вредные экологические воздействия при незначительном увеличении их стоимости. В этой связи исключительное значение приобретают работы в области триботехнического материаловедения, а также теоретические и экспериментальные исследования в области физико-химической механики процессов трения и изнашивания с использованием новейших испытательных средств и измерительной техники, которые могут раскрыть и изыскать новые способы снижения потерь на трение и повышения износостойкости машин, приборов и оборудования. Задача повышения экономически и экологически целесообразной долговечности узлов трения крайне усложняется каждый год, так как неумолимая тенденция развития науки, техники и технологии обязательно ведет к ужесточению и усложнению режима работы машин, а значит, узлов трения и деталей по нагрузкам, скоростям, температурам, диссипируемым энергиям, вибрации и т.д. Хорошо известно также, что стремление снизить материалоемкость машин приведет к уменьшению габаритов и удельных массовых характеристик узлов трения, которые еще более усложнят задачу.

Принципиально новой является задача повышения износостойкости элементов оборудования ядерной энергетики. Исключительное значение приобретают работы по изнашиванию узлов трения и деталей автоматизированных и программируемых устройств, особенно для роботов и манипуляторов.

Борьба с потерями энергии и выходом из строя машин и оборудования от трения и износа во многих странах стала государственной задачей. Во многих странах большие коллективы научных работников и инженеров работают над проблемами трения и изнашивания. Этим работам в передовых промышленно развитых странах уделяется повышенное внимание на государственном уровне.

## **Список использованной литературы**

1. Силин А. А. Трение и его роль в развитии техники. – М.: Наука, (обн.) 2019.
2. Сорокин Г. М. Проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения// Трение и износ. – 2015, том 22.
3. Балдаев Л.Х. Реновация и упрочнение деталей машин методами газотермического напыления. — М., 2018.
4. Крагельский И. В. Трение и износ. — М., 2017