

Лекция 2

Основные виды разрушения транспортных средств. Влияние эксплуатационных и технологических факторов на техническое состояние автомобиля

Основными видами разрушений, приводящими к предельным (неработоспособным) состояниям деталей автотранспортных средств, являются статическое разрушение, усталость, коррозия, изнашивание и старение.

Статическое разрушение — процесс разрушения детали под воздействием перегрузки, однократного превышения нагрузкой прочностных способностей элементов автомобилей. Признаками предельного состояния являются: хрупкое разрушение, хрупкий излом, скол торцов. Статическому разрушению подвергаются: сварные соединения, фасонные детали, болты, валики, пальцы, чугунные отливки.

Усталость — процесс разрушения детали под влиянием многократно повторяющихся нагрузок. Различают усталость мало- и многоцикловую. Признаки малоцикловой усталости — ползучесть, вязкий излом, заедание. Малоцикловой усталости подвергаются корпусные детали, зубчатые колеса, валы, оси, пружины, сосуды, подшипники скольжения. Признаки многоцикловой усталости — усталостное разрушение, усталостный излом, выкрашивание, кавитация. Многоцикловой усталости подвергаются корпусные детали, зубчатые колеса, подшипники качения, валы, оси, пружины, шатуны, болты, сварные соединения.

Коррозия — процесс разрушения материалов вследствие их химического и электрохимического взаимодействия с внешней средой. Признаки предельного состояния — газовая эрозия, жидкостная эрозия, атмосферная коррозия, коррозия при трении, коррозия в электролитах. Коррозии подвергаются элементы трубопроводов, рабочие камеры, кабины, кузова, детали насосов, латунные, дюралюминиевые, магниевые сплавы и др.

Основным видом разрушения механизмов автомобиля является **изнашивание** деталей — процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении,

проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

Изнашивание помимо нарушений механических связей между деталями влечет за собой нарушение термодинамики сгорания в двигателе, зажигания в электрооборудовании, смесеобразования в системе питания и т. п. Изнашиванию деталей часто сопутствуют деформации, накопление усталостных напряжений и т. п. Изнашивание сопровождается механическими и физико-химическими явлениями, осложняемыми тем, что на них существенное влияние оказывают промежуточная среда (смазочные материалы, воздух) и факторы окружающей среды: температура, влажность и запыленность воздуха, воздействие солнечных лучей и т. д. Основной причиной изнашивания деталей автомобиля является трение.

Классификация видов трения приведена ниже.

Признак классификации	Вид трения
По наличию относительного движения	Покоя, движения Скольжения, качения, качения с проскальзыванием
По характеру относительного движения	Без смазочного материала, со смазочным материалом
По наличию смазочного материала	

Трение покоя — трение двух тел при микросмещениях без микросмещения.

Трение движения — трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

Трение без смазочного материала — трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.

Трение со смазочным материалом — трение двух тел при наличии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.

Трение скольжения — трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и (или) направлению.

Трение качения — трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению по крайней мере в одной точке зоны контакта.

Трение качения с проскальзыванием — трение движения двух соприкасающихся тел при одновременном трении качения и скольжения в зоне контакта.

Поверхности трения имеют микронеровности, размеры которых зависят от точности обработки. При трении взаимодействуют микронеровности трущихся поверхностей между собой и с абразивными частицами, попавшими в масло. Разрушение нескольких слоев микронеровностей приводит к макроповреждениям, т. е. изменениям формы поверхности. Трение скольжения в двигателе происходит между поршневым кольцом и зеркалом цилиндра, между шейками коленчатого вала и подшипниками; трение качения — в -шарики- и роликоподшипниках.

В механизмах автомобиля могут быть одновременно несколько видов трения. Например, работа шестерен коробки передач сопровождается трением качения и скольжения. В зависимости от условий и режима трения, от качества трущихся поверхностей, смазочных материалов и воздействий внешней среды характер изнашивания деталей механизмов может быть различным.

При оценке явлений и процессов при трении и изнашивании применяются следующие термины: скачкообразное движение при трении, схватывание при трении, перенос материала, заедание, задир, царапание, отслаивание, выкрашивание, приработка.

Скачкообразное движение при трении — явление чередования относительного скольжения и относительного покоя или чередования увеличения и уменьшения относительной скорости скольжения, возникающее самопроизвольно при трении движения. Примером скачкообразного движения может служить движение, возникающее вследствие автоколебаний при понижении коэффициента трения с увеличением скорости скольжения.

Схватывание при трении — явление местного соединения двух твердых тел,

происходящего вследствие действия молекулярных сил при трении.

Перенос материала – явление при трении твердых тел, состоящее в том, что материал одного тела соединяется с другими, и, отрываясь от первого, остается на поверхности второго.

Заедание – процесс возникновения и развития повреждений поверхностей трения вследствие схватывания и переноса материала. Заедание может завершаться прекращением относительного движения.

Задир — повреждение поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения.

Царапание — образование углублений на поверхности трения в направлении скольжения при воздействии выступов твердого тела или твердых частиц.

Отслаивание — отделение с поверхности трения материала в форме чешуек при усталостном изнашивании.

Выкрашивание — образование ямок на поверхности трения в результате отделения частиц материала при усталостном изнашивании.

Приработка — процесс изменения геометрии поверхностей трения и физико-химических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения, обычно проявляющийся при постоянных внешних условиях в уменьшении силы трения, температуры и интенсивности изнашивания.

Износ — результат изнашивания, определяемый в установленных единицах. Значение износа может выражаться в единицах длины, объема, массы и др.

С целью выявления основного процесса разрушения поверхности и управления им разработана классификация видов изнашивания.

Признак классификации

Механическое изнашивание
Коррозионно-механическое изнашивание
Изнашивание при действии электрического тока

Вид изнашивания

Абразивное, гидроабразивное
(газоабразивное),
гидроэрозионное (газо-
эрозионное), кавитационное,
усталостное, при фреттинге, при
заедании Окислительное, при
фреттинг-коррозии
Электроэрозионное

Механическое — изнашивание в результате механических воздействий. Оно определяется резанием, выламыванием частиц, пластическим деформированием и т. п. Наиболее распространенное механическое изнашивание — абразивное.

Абразивное — механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц, которые имеют разную форму и по-разному ориентированы своими острыми ребрами относительно изнашиваемой поверхности. Одни из них оказывают режущее воздействие, другие пластически деформируют более мягкий материал, оставляя следы в виде выдавленных рисок. В результате многократного перемещения частиц происходит постепенное разрушение поверхностного слоя детали. Абразивные частицы могут попадать на трущиеся поверхности вместе с воздухом, топливом, смазочными материалами и т. п. Абразивному изнашиванию в сочетании с другими видами подвержены практически все трущиеся детали автомобиля.

Гидроабразивное (газоабразивное) — абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости (газа).

Гидроэрозионное (газоэрозионное) — изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости (газа). Этот вид изнашивания характерен для топливной аппаратуры дизельных двигателей, жиклеров карбюраторов, выпускных клапанов двигателя.

Кавитационное — механическое изнашивание при движении твердого тела относительно жидкости, при котором пузырьки газа захлопываются вблизи поверхности, что создает местное высокое ударное давление или высокую температуру. Кавитационное разрушение иногда наблюдается в водяных насосах, на наружных поверхностях мокрых гильз цилиндров и в других деталях автомобиля.

Усталостное — механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя. Усталостное изнашивание может происходить как при трении качения, так и при трении скольжения.

При фреттинге — механическое изнашивание соприкасающихся тел при колебательном относительном микросмещении.

При заедании — изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Схватывание металла и перенос его с одной детали на другую, вырывание частиц с поверхности одной детали и налипание на другую, заедание сопряженных деталей вследствие возникновения молекулярного сцепления между трущимися поверхностями наблюдаются в подшипниках скольжения, втулках валов, поршнях и других деталях, особенно в процессе приработки механизмов. При интенсивном схватывании металлов происходит процесс наволакивания слоя менее прочного металла на поверхность более прочного.

Коррозионно-механическое — изнашивание в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и (или) электрическим взаимодействием материала со средой (кислородом, газами, кислотами, щелочью). Взаимодействие среды с поверхностными слоями металла приводит к образованию новых химических соединений, которые резко изменяют свойства трущихся активных слоев металла. При этом изнашивание трущихся поверхностей происходит вследствие периодического образования и разрушения менее прочного слоя. Коррозионно-механическому изнашиванию подвергаются цилиндры двигателя, вкладыши подшипников, шейки коленчатого вала и другие детали в результате воздействия серной, сернистой и органических кислот.

Окислительное — коррозионно-механическое изнашивание, при котором преобладает химическая реакция материала с кислородом или окисляющей окружающей средой.

При фреттинг-коррозии — коррозионно-механическое изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях.

Электроэрозионное — эрозионное изнашивание поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока.

В зависимости от условий работы одна и та же деталь может подвергаться одновременно воздействию нескольких видов изнашивания. Например, верхняя часть цилиндра двигателя подвергается одновременно механическому и коррозионно-механическому изнашиванию.

Процесс нарастания износа поверхности слоев имеет определенные закономерности (рис. 2.1). Износ σ повышается в течение всего пробега L автомобиля до предельного состояния детали, но интенсивность изнашивания различна на разных этапах работы.

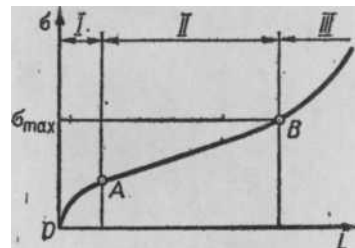


Рис. 2.1. Зависимость износа и интенсивности изнашивания детали автомобиля от его пробега (для установившихся условий эксплуатации)

В начальный период работы (*приработки*) изнашивание деталей протекает весьма интенсивно (участок OA) до некоторого значения, характерного для данных условий работы, затем переходит в зону *установившегося изнашивания* (участок AB), резко возрастает и переходит в *аварийное изнашивание*. По мере приработки снижается интенсивность изнашивания вследствие увеличения площади поверхностей за счет износа, а также изменения микрогеометрии трущихся поверхностей деталей и давления.

Изнашивание на участке AB называется *нормальным (естественным)*. Оно характеризуется постоянством условий работы трения и скорости изнашивания данного сопряжения. После точки B изнашивание резко увеличивается за счет увеличения зазора между трущимися поверхностями, роста динамических нагрузок, ухудшения режима смазывания и пр. Следовательно, увеличение зазоров между деталями должно быть ограничено.

Если работающее сопряжение разобрать, то после сборки интенсивность изнашивания увеличивается по сравнению с первоначальной за счет новой приработки его деталей. Таким образом, разборка автомобиля и его элементов должна производиться только в случае крайней необходимости.

Старение — процесс постепенного и непрерывного изменения эксплуатационных свойств, вызываемый действием механических, электрических, тепловых и других нагрузок, наличие которых определяется режимом работы и условиями эксплуатации автомобиля. Признаки предельного состояния старения —

необратимое изменение физико-химических свойств материалов (потери упругости и т. п.). Старению подвергаются элементы и детали из металлов, полимеры, резинотехнические изделия, уплотнения, полупроводники.

2.2 Влияние основных факторов на изменение технического состояния автомобиля

На техническое состояние автомобиля влияют конструктивные, технологические, эксплуатационные и другие факторы.

Конструктивные факторы определяются формами и размерами деталей (от них зависит давление на поверхность детали, концентрация напряжений, ударная и усталостная прочность металла); жесткостью конструкции, т. е. способностью деталей, особенно базовых и основных, незначительно деформироваться под воздействием воспринимаемых нагрузок; точностью взаимного расположения поверхностей и осей совместно работающих деталей; правильным выбором посадок, обеспечивающих надежную работу сопряжений, и др.

Технологические факторы зависят от качества материалов, используемых для изготовления деталей, применения соответствующей термической обработки их и сборочных работ (центровки, соосности, регулировки зазоров, качества крепления) и т. д. *Эксплуатационные факторы* зависят от дорожных, транспортных и климатических условий. Они в наибольшей степени влияют на техническое состояние автомобилей. Дорожные условия характеризуются типом, состоянием и прочностью покрытий, продольным профилем дороги, режимом движения, видимостью и т. д. Климатические условия в различные периоды года определяются температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, количеством осадков, силой и направлением ветра, продолжительностью снегового покрова и др. Транспортные условия включают объем и расстояние перевозок, условия погрузки и разгрузки, особенности организации перевозок, условия хранения, обслуживания и ремонта автомобилей.

В зависимости от условий эксплуатации изменяются скоростные и нагрузочные режимы деталей, механизмов и агрегатов автомобилей и срок их безотказной работы. Например, на коротких маршрутах чаще пользуются

сцеплением, тормозами, переключают передачи и сцепление, вследствие чего увеличивается вероятность их отказов.

При эксплуатации автомобилей в тяжелых дорожных условиях увеличиваются нагрузки на детали автомобиля, в результате чего происходит ускоренное изнашивание, усталость металла, нарушение стабильности креплений и регулировок, а в некоторых случаях поломка деталей трансмиссии, ходовой части и рулевого управления. Разные дорожные условия влияют на изменение характера действия нагрузок. Вибрация рамы вследствие неровностей дороги ослабляет заклепочные соединения, нарушает соосность двигателя и коробки передач, вызывает дополнительные нагрузки в корпусах. Вибрация автомобиля ускоряет изнашивание и приводит к поломке крепежных деталей карданной передачи, радиатора и подвески.

Понижение температуры окружающего воздуха, ухудшение состояния дороги вследствие снежных заносов или распутицы вызывают дополнительное преждевременное изнашивание или поломки деталей автомобиля (изнашивание шлицев, шипов и подшипников крестовины, срез шпилек крепления подвесной опоры и др.).

Чтобы уменьшить влияние климатических условий на протекание рабочих процессов автомобиля, созданы специальные смазочные материалы. Работа автомобиля на влажных дорогах, а также в условиях влажного климата вызывает коррозию деталей подвески, рамы, кузова, крыльев, кабины и т. п.

На срок службы силовых передач автомобиля существенно влияет их тепловой режим. Он определяется температурой окружающего воздуха, степенью загрузки автомобиля, его скоростью и зависит от длины маршрута, продолжительности простоя под погрузкой и выгрузкой, качества ТО и других показателей.

В процессе работы и хранения автомобиля некоторые его агрегаты и детали находятся в постоянном взаимодействии с эксплуатационными материалами. Свойства этих материалов и условия их применения сказываются на процессе изнашивания и коррозии деталей, расходе смазочных материалов, производительности автомобиля. Применяемые эксплуатационные материалы должны

соответствовать конструктивным и технологическим особенностям агрегатов автомобиля, их техническому состоянию и условиям эксплуатации.

Значительно влияет на техническое состояние автомобиля качество его вождения, от которого зависят динамические нагрузки в деталях трансмиссии автомобиля. Наиболее действенны режимы трогания с места в случае застревания автомобиля. При резком включении сцепления крутящий момент, прикладываемый к трансмиссии, может значительно превысить максимальный крутящий момент двигателя с учетом коэффициента запаса. Этим объясняются поломки в трансмиссии автомобиля, работающего в условиях плохих дорог.

