

Дисциплина: ЭМВТ

ЛЕКЦИЯ

04

Основные причины изменения
технического состояния машин



Норов Бегмат Холматович



к.т.н., доцент кафедры
«Механизация
гидромелиоративных работ»



ПЛАН:

1. Физический износ
2. Основные причины изменения технического состояния машин

Литература:

1. В.М. Саньков. Эксплуатация и ремонт мелиоративных и строительных машин. М.: Агропромиздат, 1986.-399 б.
2. Р.Р. Эргашев, Б.Х. Норов. Мелиорация ва қурилиш машиналаридан фойдаланиш ва техник сервис. Тошкент. – ТИМИ, 2008.- 262 б.
3. А. Ли. Техническая эксплуатация машин (Уч. пособие). Ташкент, 2020. -119 с.

ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС

Физический износ представляет собой естественный процесс ухудшения характеристик оборудования во время его эксплуатации под воздействием многих факторов, таких как: трение, коррозия, старение материалов, вибрация, флуктуации температуры и влажности, качество обслуживания и др. Рост физического износа приводит к увеличению вероятности аварийных отказов оборудования и к снижению качественных характеристик выпускаемой с помощью этого оборудования продукции, что ведет к уменьшению остаточного срока службы всего изделия или некоторых его узлов и деталей.

Различают следующие виды физического износа:

- механический износ, результатом которого является снижение точности (отклонение от параллельности и цилиндричности);
- абразивный износ - появление царапин и задиров на сопрягаемых поверхностях;
- смятие, вызывающее отклонение от плоскостности;
- усталостный износ, ведущий к появлению трещин, излому деталей;
- заедание, которое проявляется в прилипании сопрягаемых поверхностей;
- коррозионный износ, проявляющийся в окислении изнашиваемой поверхности.

4

По причине, вызвавшей износ, физический износ бывает первого рода и второго рода.

Физическим износом первого рода называется износ, накопившийся в результате нормальной эксплуатации.

Физическим износом второго рода называется износ, возникающий вследствие стихийных бедствий, аварий, нарушений норм эксплуатации и т.д. По времени протекания различают износ непрерывный и аварийный.

Непрерывным износом называется постепенное снижение технико-экономических показателей объекта при правильной, но длительной его эксплуатации. Один из видов непрерывного износа - механический износ узлов и деталей, влияющий в основном на движущиеся части машин и механизмов.

Аварийный износ по внешним причинам связан с ошибками персонала, резкими скачками питающих напряжений, несоответствием между требуемыми и имеющимися расходными материалами.

Скрытым износом называется износ, который непосредственно не влияет на технические параметры оборудования, но увеличивает вероятность аварийного износа.

По степени и характеру распространения различают глобальный и локальный виды износа.

Глобальным износом называется износ, распространяющийся на весь объект в целом.

Локальным износом называется износ, в разной степени поражающий различные узлы и детали объекта.

По технической возможности и экономической целесообразности восстановления утраченных потребительских свойств физический износ бывает устранимым и неустранимым.

Устранимый износ - износ, устранение которого физически возможно и экономически оправдано, т.е. износ, допускающий ремонт и восстановление объекта с технической точки зрения и оправданный с точки зрения экономической.

Неустранимый износ, т.е. износ, который невозможно устранить из-за конструктивных особенностей объекта или нецелесообразно устранять по экономическим соображениям, так как расходы на устранение (ремонт оборудования или замену деталей или узлов) превышают прирост стоимости соответствующего объекта.

По форме проявления физический износ бывает техническим и конструктивным.

Техническим износом называется снижение фактических значений технико-экономических параметров объекта по сравнению с нормативными, паспортными данными.

Конструктивным называется износ, под которым понимается ухудшение защитных свойств внешних покрытий.

7

Другим проявлением износа служит увеличение издержек на изготовление продукции в части материалов, энергии, а также расходов на техобслуживание и ремонт, значительно превышающих средний уровень затрат для аналогичного нового оборудования. Иногда с увеличением физического износа увеличения издержек не происходит и затраты остаются ниже среднего уровня. Подобная ситуация может указывать на наличие отложенного ремонта и увеличение скрытого износа.

Величина физического износа объекта в процессе эксплуатации зависит от множества факторов:

- степени загрузки объекта, продолжительности работы, интенсивности использования;
- качества объекта - совершенства конструкции, качества материалов и т.д.;
- особенностей технологического процесса, степени защиты объекта от внешней среды;
- условий эксплуатации - наличия пыли и абразивных загрязнений, повышенной влажности и т.д.;
- качества ухода;
- квалификации обслуживающего персонала.

В результате физического износа снижается производительность машин и оборудования. Это вызвано в первую очередь увеличением простоев, вызванных ремонтом и обслуживанием, уменьшающих полезный фонд рабочего времени. Кроме того, износ машины с некоторого момента времени начинает сказываться и на ряде технических параметров, что также снижает выработку. Например, у металлорежущего оборудования падает точность обработки, в результате требуются более частые проверки и подналадки, увеличивается выход бракованной продукции. По статистике производительность падает до 25% за 10 лет эксплуатации.

Величина физического износа зависит от срока службы и ресурса. Срок службы измеряется календарной продолжительностью эксплуатации машин до наступления предельного состояния, а ресурс - **наработкой**.

Для разных видов техники установлены нормативные сроки службы. Однако реальные сроки службы машин сильно варьируются, как отмечалось выше, из-за воздействия многих факторов: интенсивности и режима эксплуатации, наличия пиковых нагрузок, качества и периодичности технического обслуживания и ремонтов, состояния окружающей среды и т.д.

9

Машины с износом до 5% условно можно отнести к новому, т.к. в таком состоянии у него еще нет видимых дефектов и практически не изменены технические параметры. Со временем технические параметры начинают заметно ухудшаться, накапливаются видимые дефекты, машина начинает быстро дешеветь. Постепенно темп изменения стоимости машины падает, оно пригодно к дальнейшей эксплуатации, но требует ремонта или замены короткоживущих элементов уже на данной стадии эксплуатации. Такое положение сохраняется достаточно долго, но, начиная с какого-то момента, некоторые детали и узлы начинают выходить из строя, технические параметры машины резко ухудшаются, оно начинает резко дешеветь.

При переходе в стадию предельного износа изделие не способно выполнять целый ряд функций и в любой момент может полностью выйти из строя. В нормативно-технической документации для каждого вида машин указывается критерий предельного состояния. Характерной особенностью данной стадии является экономическая нецелесообразность ремонта изделия в случае его выхода из строя. Эта стадия отсутствует у целого ряда изделий, например, ядерный реактор демонтируют, не доводя до предельного состояния.

10

Работоспособное состояние любой, даже очень старой машины, можно восстановить, поэтому такие машины можно эксплуатировать значительно дольше срока их экономической жизни, заменяя выходящие из строя детали и узлы новыми.

В какой-то момент времени машина ломается и больше не может выполнять своих функций, ее стоимость резко падает до некоторого уровня - утилизационной стоимости.

Процесс развития физического износа протекает неравномерно и соответственно неравномерно снижается стоимость объекта.

Технологические методы определения физического износа основаны на осмотре объектов оценки, испытании в различных режимах работы, измерении параметров и характеристик, оценке реального износа важнейших узлов, выявлении и оценке внешних и внутренних дефектов и потери товарной стоимости.

11

При прямом определении износа производятся различные испытания его технических параметров, при этом могут измеряться как все значимые параметры функционирования изделия, так и только основные.

Например, при испытаниях тракторов измеряются такие параметры, как минимальная и максимальная скорость оборотов коленчатого вала, максимальная мощность, расход топлива, тяговая характеристика при различных степенях загрузки.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН

Изнашивание. Трение поверхностей сопровождается *изнашиванием*. В зависимости от условий и режимов трения, физико-механических свойств применяемых материалов, микрорельефа поверхностей и других параметров, определяющих характер изнашивания, при трении двух сопряженных поверхностей происходят сложные процессы, которые приводят к их износу.

Под износом понимается результат изнашивания, проявляющийся в виде отделения или остаточной деформации материала. Износы могут быть естественные, ускоренные и аварийные. В процессе эксплуатации машин происходит естественное изнашивание деталей. Графически процесс изнашивания двух сопряженных деталей обычно изображают следующим образом. По вертикальной оси прямоугольной системы координат (рис. 1) откладывают в выбранном масштабе величину износа деталей, по горизонтальной – наработку в мото-час. Точки соединяют плавными линиями. Полученные кривые показывают характер нарастания износа каждой детали по мере увеличения наработки. Расстояние между кривыми свидетельствует о характере изменения зазора в сопряжении. Зазор S_H устанавливается между деталями при сборке.

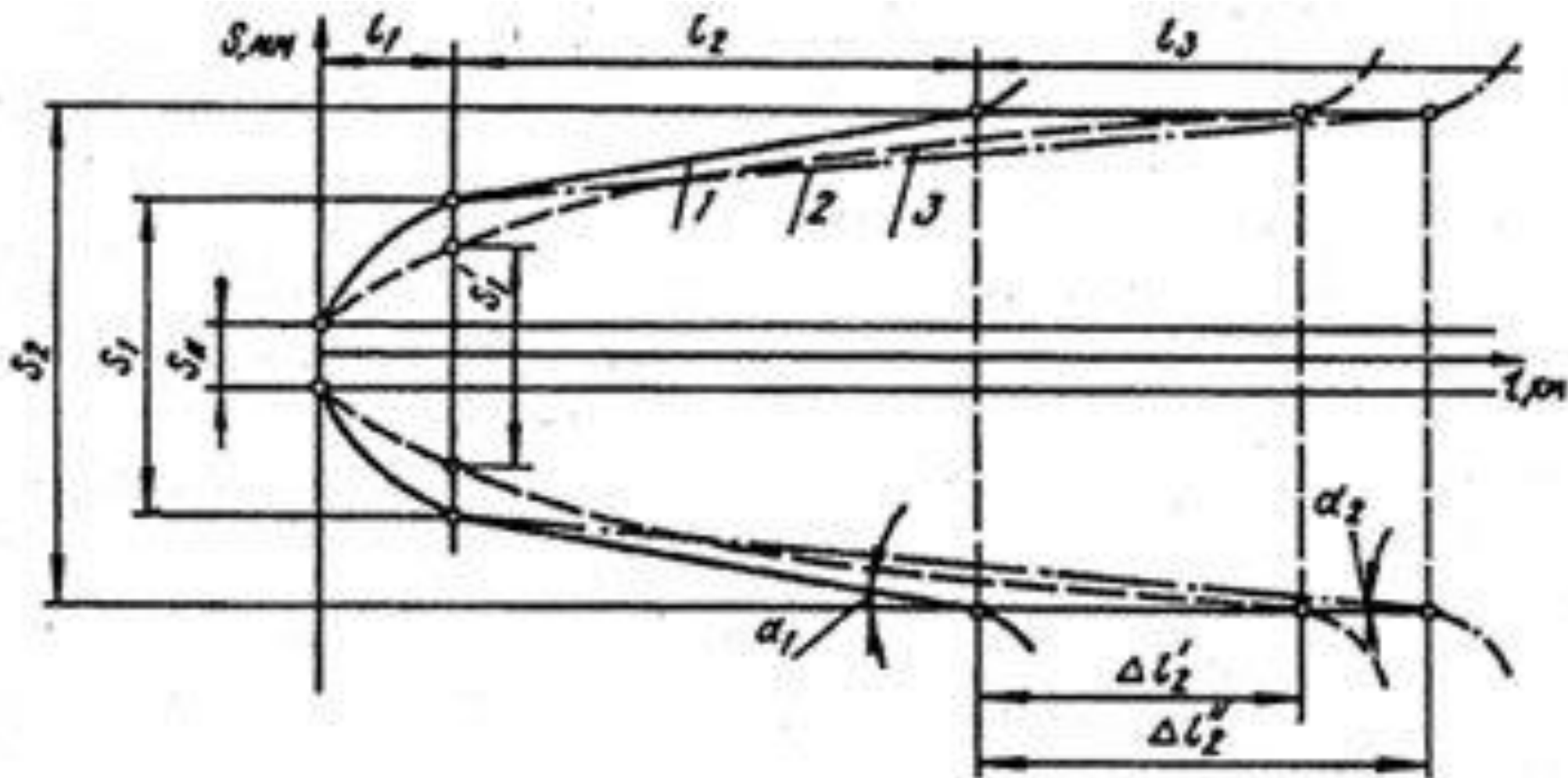


Рис. Характер протекания процесса изнашивания сопряженных деталей:
 1 — при установившейся скорости изнашивания; 2 — при снижении скорости изнашивания; 3 — при уменьшении зазора в конце приработки

На идеализированной схеме можно выделить три этапа процесса изнашивания: приработка l_1 , установившееся изнашивание l_2 и аварийное изнашивание l_3 . Каждый из этих этапов отражает состояние сопряженной пары. Переход от одного этапа к другому определяется количественным накоплением отдельных повреждений. На этапе приработки скорость изнашивания повышенная. Новые или отремонтированные детали прирабатываются. С трущихся поверхностей удаляются заусенцы, уменьшается их шероховатость, в отдельных случаях материал дает усадку.

На этапе установившегося изнашивания (при работе в обычных условиях эксплуатации) скорость изменения изнашивания ($tg?$) почти постоянна. Этап установившегося изнашивания составляет наибольшую часть ресурса сопряженной пары. При увеличении зазора до предельно допустимого S_2 скорость изнашивания деталей интенсивно возрастает, заканчивается период нормальной работы деталей и наступает аварийное изнашивание. При этом на скорость изнашивания начинают влиять новые факторы: ударные нагрузки, биение, изменение теплового режима и условий смазки. Детали могут выйти из строя, что ведет к аварии.

Многие детали не имеют отчетливо выраженных этапов приработки, установившегося и аварийного изнашивания деталей. Бывает, что скорость изнашивания почти постоянная, износ деталей меняется линейно с течением времени. В ряде случаев детали имеют четко выделяющиеся периоды приработки и естественного износа, или наоборот, скорость их изнашивания в процессе приработки и нормальной эксплуатации практически одинакова, но зато резко выделяется аварийный этап работы.

Из рис. видны возможности увеличения этапа установившегося изнашивания при номинальном зазоре S_n и заданной величине предельно допустимого зазора S_2 : во-первых, за счет уменьшения зазора конца приработки S_1 и, во-вторых, за счет снижения скорости изнашивания деталей сопряжения (уменьшения tg). Согласно рисунку, уменьшение зазора конца приработки с S_1 до S_1' повышает ресурс работы сопряжения на величину l_2' . Уменьшение скорости изнашивания, выраженное уменьшением угла наклона кривой износа от α_1 до α_2 повышает ресурс работы сопряжения на l_2'' .

Выделяют три группы изнашивания: механическое, коррозионно-механическое и изнашивание в результате действия электрического тока. Каждая из групп изнашивания делится на виды.

Абразивное изнашивание возникает при трении скольжения и наличии между трущимися поверхностями мелкораздробленной твердой среды (например, песка), вызывающей выкрашивание частиц, металла из поверхности деталей. При этом процесс изнашивания не зависит от попадания абразивных частиц на поверхности трения.

Необходимо отметить, что размеры абразивных частиц с увеличением длительности работы их в масле уменьшаются, поэтому их агрессивность постепенно снижается до нуля.

Изменение размеров деталей при абразивном изнашивании зависит от ряда факторов: материала и механических свойств деталей, режущих свойств абразивных частиц, удельного давления и скорости скольжения при трении. Примером может служить изнашивание цилиндро-поршневой группы двигателя в результате попадания в цилиндры с воздухом пыли, зубьев шестерен и подшипников агрегатов трансмиссии, открытых сопряжений деталей ходовой части.

Гидроабразивное изнашивание возникает в результате действия твердых тел или частиц, увлекаемых потоком жидкости. Гидроабразивное изнашивание деталей топливных, масляных и водяных насосов, гидроприводов тормозов, гидроусилителей нередко проявляется совместно с *эрозионным изнашиванием*, возникающим в результате действия потока жидкости (газа). Трение потока жидкости о металл приводит к разрушению оксидной пленки, образующейся на поверхности детали, и сопутствует коррозионному разрушению материала, особенно под действием абразивных частиц и микроударов в случае возникновения кавитации.

Кавитационное изнашивание — это гидроэрозионное изнашивание при движении твердого тела относительно жидкости, когда пузырьки газа захлопываются вблизи поверхности, что создает местное повышение давления или температуры.

Газоабразивное изнашивание происходит в результате воздействия твердых частиц, увлекаемых потоком газа и перемещающихся относительно изнашивающейся поверхности.

Усталостное изнашивание поверхности трения или отдельных ее участков в результате повторного деформирования микрообъемов материала, приводящего к возникновению трещин и отделению частиц, происходит при качении и скольжении. Износ обуславливается микропластическими деформациями и упрочнением поверхностных слоев трущихся деталей. При этом имеют место напряженное состояние активных объемов металла у поверхности трения и особые явления усталости при знакопеременных нагрузках, вызывающих трение металла в поверхностных слоях и как следствие их разрушение. Пульсирующие нагрузки резко усиливают темпы осповидного износа.

Разрушение при таком износе характеризуется появлением микро- и макротрещин, расположенных под небольшими углами к поверхности трения, с последующим развитием их в осповидные углубления в впадины. В результате износа частицы поверхностного слоя откалываются, поверхность становится неровной и приобретает матовый вид.

Усталостное изнашивание наиболее характерно для рабочих поверхностей подшипников качения и поверхностей зубьев шестерен.

Изнашивание при фреттинге происходит в результате механического изнашивания соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях.

Изнашивание при заедании возникает в результате схватывания, глубокого вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Этот вид изнашивания имеет место в зубчатых зацеплениях агрегатов трансмиссии при использовании несоответствующего сорта масла или при его малом уровне.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит при трении материалов, вступивших в химическое взаимодействие со средой. К коррозионно-механическим видам изнашивания относятся окислительное и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание возникает при наличии на поверхностях трения защитных пленок, образовавшихся в результате взаимодействия материала с кислородом. Окислительное изнашивание характеризуется протеканием одновременно двух процессов — пластической деформации микроскопических объемов металла поверхностных слоев деталей и диффузии кислорода воздуха в деформируемые слои.

На первой стадии износа окисление происходит в небольших объемах металла, расположенных у плоскостей скольжения при трении. На второй стадии окисление захватывает большие объемы поверхностных слоев и глубина его соответствует глубине пластической деформации.

На первой стадии износа на поверхности трущихся деталей образуются пленки твердых растворов кислорода, на второй — химические соединения кислорода с металлом. Процесс окислительного изнашивания происходит в тонких поверхностных слоях и условно может быть разделен на три этапа: деформирование и активизация, образование вторичных структур и их разрушение.

На первом этапе происходит особый вид пластической деформации — текстурирование и резкая активизация металла. На втором этапе благодаря наличию в зоне трения агрессивных компонентов среды происходит физико-химическое взаимодействие их с активизированным слоем — образование вторичных структур. На третьем этапе в результате многократного нагружения и внутренних напряжений в пленках вторичных структур происходит образование и развитие микротрещин, ослабление связей на поверхности раздела и отслаивание пленки.

Последующее механическое воздействие приводит к разрушению и износу пленки. На обнаженных участках процесс повторяется вновь. Окислительному износу подвергаются шейки коленчатого вала, гильзы цилиндров, поршневые пальцы, зубчатые зацепления и другие детали, работающие при трении скольжения.

Изнашивание при фриттинг-коррозии — это коррозионно-механическое изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях. В случае динамического нагружения и наличия вибрации и ударов окисление трущихся поверхностей происходит особенно интенсивно вследствие резкой активизации пластически деформируемого металла. Динамический характер нагружения приводит к резкому повышению градиента деформации и температур, к окислению и схватыванию. Фриттинг-процесс возникает при трении скольжения с очень малыми возвратно-поступательными перемещениями в условиях динамической нагрузки.

Этот процесс можно считать пограничным между процессами химической коррозии и эрозии, поскольку интенсивность фриттинг-коррозии повышается с увеличением доступа кислорода, но уменьшается при увлажнении воздуха.

При фриттинг-коррозии наблюдается изнашивание посадочных поверхностей подшипников поворотных цапф, шестерен, болтовых и заклепочных соединений рам и других деталей.

Изнашивание при действии электрического тока (эрозионное изнашивание) поверхностей происходит в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока.

Работа агрегатов и узлов машин сопровождается одновременно несколькими видами изнашивания. В чистом виде ни один из видов изнашивания не наблюдается. Как правило, в каждом работающем сопряжении деталей имеется вид изнашивания, определяющий износостойкость деталей. Остальные виды изнашивания в большей или меньшей мере ему сопутствуют. Определяющий вид изнашивания зависит от условий эксплуатации, нагрузок и других причин и лимитирует время безотказной работы сопряжения.

Определяющим видом изнашивания металлических деталей машин при их эксплуатации является механическое изнашивание. Правильное определение вида изнашивания, знание приемов уменьшения интенсивности того или иного изнашивания позволят в значительной степени увеличить срок службы деталей машин.

Пластические деформации и разрушения. Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки, неправильное управление автомобилем, дорожно-транспортные происшествия и т. п.). Иногда пластическим деформациям или разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

Усталостные разрушения. Этот вид разрушений возникает при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости металла детали. При этом происходят постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящие при определенном числе циклов нагружения к усталостному разрушению деталей. Совершенствование методов расчета и технологии изготовления автомобилей (повышение качества металла и точности изготовления, исключение концентраторов напряжения) привело к значительному сокращению случаев усталостного разрушения деталей. Как правило, оно наблюдается в экстремальных условиях эксплуатации (длительные перегрузки, низкие или высокие температуры) у рессор, полуосей, рамы.

Коррозия. Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали, приводящего к окислению (ржавению) металла и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль, которой посыпают дороги зимой, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты, входящие в состав отработавших газов автомобилей, и их химические соединения. Коррозия главным образом поражает детали кузова, кабины, рамы. Для деталей кузова, расположенных снизу, коррозия сопровождается абразивным изнашиванием в результате воздействия на поверхность при движении автомобиля абразивных частиц — песка, гравия. Сильно способствует коррозии сохранение влаги на металлических поверхностях, в том числе под слоем дорожной грязи, что особенно характерно для всякого рода скрытых полостей и ниш.

Коррозия способствует усталостному изнашиванию и разрушению, так как создает на поверхности металла концентраторы напряжения в виде коррозионных язв. Такой вид разрушений наблюдается, например, в местах сварки, крепления кронштейнов рессор.

Старение. Показатели технического состояния деталей и эксплуатационных материалов изменяются под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности.

В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок. Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

