

ЛЕКЦИЯ-20

ГРАНИЧНЫЙ ИЗНОС И СРОК СЛУЖБЫ ДЕТАЛЕЙ

Предельные износы и сроки службы деталей

Износ рабочих поверхностей и сопряжений деталей, отдельных механизмов и агрегатов автомобилей, а также возникающие и другие повреждения вызывают изменение их показателей технического состояния. Например, у двигателя по мере износа увеличиваются зазоры и, как следствие, снижается давление масла в магистрали. Снижение давления масла сокращает подачу масла к поверхности трения. Поверхность трения в этом случае сильно засоряется продуктами износа, так как через зазор в меньшем объеме прокачивается масло и, следовательно, в меньшем количестве уносятся с маслом продукты износа, хуже охлаждается поверхность трения.

Кроме того, по мере износа поршневых колец и гильз цилиндров нарушается герметичность этого сопряжения и увеличивается прорыв газов в картер. Это сопровождается увеличением температуры поверхностей трения в сопряжении поршневое кольцо — гильза цилиндров, что вызывает повышенный угар масла и снижение рабочего давления в цилиндре (рис.1).

Разрывы кривых на графиках обуславливаются заменой критически изношенных (до предельного состояния) деталей.

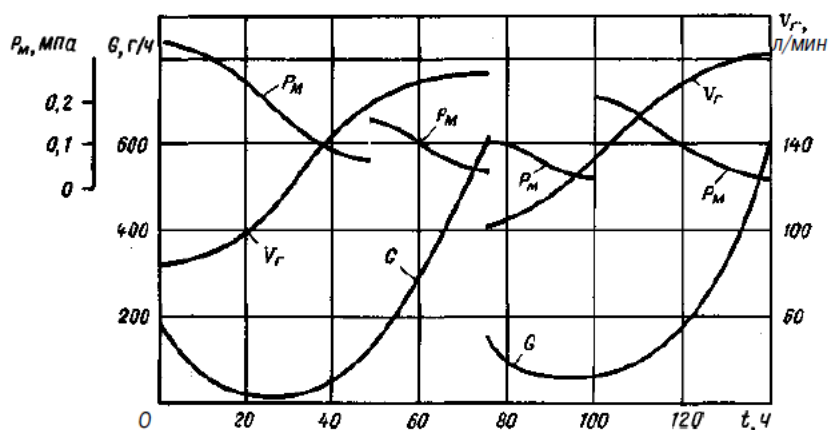


Рис. 1. Изменение показателей технического состояния двигателя ЗМЗ-53 при ускоренных стендовых испытаниях до предельного состояния:

P_m — давление масла при максимальной мощности; V — прорыв газов в картер при полной нагрузке и максимальном крутящем моменте; G — угар масла.

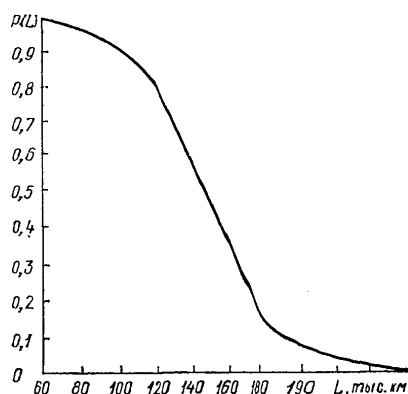


Рис.2. Кривая вероятности безотказной работы коренных вкладышей

Несмотря на неоднократную замену критически изношенных деталей, показатели, характеризующие техническое состояние двигателя, постоянно ухудшаются с возрастающим темпом их изменения по мере старения двигателя (рис.2).

Длительное наблюдение за автомобилями в эксплуатации позволило установить ряд общих закономерностей изменения важнейших технико-экономических показателей автомобиля по мере их старения. Так, трудоемкость T технического обслуживания автомобиля (рис.3) с увеличением срока его службы t растет, увеличивается расход P запасных частей, производительность автомобиля Π снижается, а себестоимость перевозок C возрастает. Себестоимость перевозок увеличивается вследствие того, что уменьшается время полезной работы из-за простоев в ремонтах и увеличивающихся эксплуатационных затрат на поддержание автомобиля в работоспособном состоянии, т. е. наступает момент, когда автомобиль оказывается экономически неэффективно продолжать эксплуатировать.

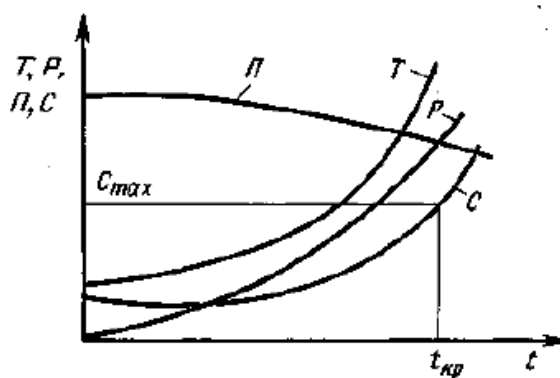


Рис.3. Изменение основных показателей автомобиля в зависимости от срока его службы:

C_{max} — критическая себестоимость перевозок; $t_{кр}$ — критический срок службы автомобиля, соответствующий сдаче в капитальный ремонт или списанию тивно продолжать эксплуатировать.

Характерной особенностью приведенных графиков является также и то, что замена некоторых критически изношенных деталей не восстанавливает до начального Установление предельных износов необходимо для выполнения регулировочных операций и выбраковки деталей в эксплуатации и при ремонте. Для определения предельных износов следует руководствоваться тремя критериями: техническим, функциональным и экономическим.

Согласно техническому критерию предельному значению износа соответствует: резкое возрастание интенсивности изнашивания; снижение прочности изнашиваемой детали вследствие изменения ее размеров; усиление влияния износа рабочего органа или деталей сопряжения на работоспособность других деталей; самовыключение механизма при работе.

Увеличение коэффициента динамичности с ростом зазоров в шатунных подшипниках, появление ударов в реверсивной зубчатой передаче вследствие увеличения бокового зазора между зубьями, возникновение прогрессирующей концентрации нагрузки на зубья колес по их ширине по причине перекоса валов, вызванного износом подшипников,— таковы примеры влияния износа сопряжений на прочность и износостойкость их деталей.

Технический признак предельного износа можно использовать также для оценки изменения характера неподвижного сопряжения (соединения с натягом, шлицевое и шпоночное соединения) вследствие контактной коррозии, релаксации напряжений и макропластической деформации деталей. Здесь возникают трудности установления количественных характеристик износа.

Основанием для функционального критерия служит изменение по мере изнашивания качества функций, выполняемых узлом или машиной. Отклонения размеров профиля проката от номинального вследствие износа валков, погрешности формы обработанного на металлорежущем станке изделия, изменение подачи компрессора при заданном давлении на выходе — примеры показателей качества.

Как было установлено из рассмотрения технического критерия, форсированное изнашивание элемента или сопряжения не всегда является единственным основанием для заключения о их непригодности к дальнейшей работе. Например, плунжерную пару бракуют при установившемся изнашивании даже невысокой интенсивности, когда утечки превышают установленный предел или нарушается четкость отсечки жидкости. Предельный износ по функциональному критерию соответствует предельно допустимому отклонению качества работы от нормы.

Экономические показатели работы машины положены в основу третьего критерия предельного износа. Наименьшие затраты на единицу выработки при сохранении качества в заданных пределах являются экономическим критерием оптимального срока службы, межремонтного периода рабочего органа или узла машины. Наибольшая эксплуатационная производительность машины при сохранении качества выработки в заданных пределах – вторая формулировка критерия.

Определение предельного износа рабочего органа или узла (машины) по этой методике состоит в следующем. Так как с увеличением срока службы амортизационные расходы на единицу продукции уменьшаются, а эксплуатационные затраты возрастают, то существует минимум суммарных затрат. Если построить графики амортизационных расходов на единицу продукции, связав зависимости текущей выработки, эксплуатационных расходов и суммарных затрат, то значение минимальной ординаты последнего графика определяет предельный срок службы по экономическому критерию.

Если изношенные детали повторно используют после ремонта, то при экономическом анализе учитывают и расходы на ремонты, возрастающие при большей степени износа.

Экономический критерий является наиболее общим, но им можно руководствоваться лишь тогда, когда изменение того или иного показателя износа или совокупности их заметно влияет на экономичность работы машины. Технические и функциональные признаки являются основными в тех случаях, когда можно не считаться с рентабельностью работы машины.

Срок службы детали или узла определяется не только по предельным износам в соответствии с тем или иным критерием, но и другими факторами, такими, как усталость, контактная усталость, коррозия и др. Ресурс коленчатого вала с центробежной очисткой масла в полостях лимитируется отложениями в кривошипных шейках и износом. Переборка редукционного клапана масляного насоса вызывается накоплением отложений. Коррозия является основной причиной выбраковки подшипников качения, расположенных в труднодоступных и плохо защищенных местах.

Для расчета необходимо установить предельный износ и знать скорость изнашивания. Износ детали или сопряженной пары нередко характеризуется несколькими показателями. Важно выявить наиболее существенный из них по воздействию на работоспособность. Определить скорость изнашивания в реальных парах можно только на основании опыта эксплуатации. Но и здесь наблюдается большой разброс результатов. В

каждый момент скорость изнашивания деталей является функцией многих переменных факторов, таких, как неоднородность материалов одних и тех же марок, отличия исходных действительных размеров деталей в сопряжениях и вариации зазоров в пределах полей допусков, различия условий эксплуатации и характеристик перерабатываемого материала в технологических машинах и т. д.

Конструктор должен знать сроки службы отдельных деталей как для совершенствования машины, так и для разработки основных контуров технической эксплуатации. При эксплуатации эти сведения необходимы для планирования ремонта машин. Так как достоверные данные по скорости изнашивания каждой детали получить невозможно, то важны результаты статистической обработки данных о сроках службы масла в отдельных узлах, сроках очистки фильтров и др.

Учитывая, что при длительной эксплуатации начальный износ составляет обычно небольшую часть полного износа, можно скорость изнашивания определить как частное от деления полного износа на время работы машины, включая и обкатку. Такие данные имеются для многих машин массового производства. Уменьшая промежутки между обмерами, но оставляя их все же достаточно длительными, можно получить представление о скорости или интенсивности изнашивания при различных наработках.

Средние сроки службы различных деталей одной и той же машины должны быть кратными между собой и кратными межремонтному периоду работы машины.