

С. Сейфуллиннің 125 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 15: Жастар, ғылым, технологиялар: жаңа идеялар мен перспективалар» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 15: Молодежь, наука, технологии - новые идеи и перспективы», приуроченной к 125 летию С. Сейфуллина. - 2019. - Т.1, Ч.1 - С.263-265

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ КАМАЗ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Рахимов Н. Р.

В настоящее время на автомобильном транспорте принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта (ТО и Р), согласно которой с целью предупреждения отказов проводят только операции ТО, а текущий ремонт (ТР) планируется в удельных единицах. Периодичность ремонтных воздействий не планируется, так как момент наступления отказа считается случайным. Стратегия ожидания отказа значительно увеличивает затраты на обеспечение работоспособности, так как затраты на предупреждение отказа автомобиля в пять раз ниже, чем на его устранение [1]. Себестоимость автомобильных перевозок зависит от качества проведения ТО и ТР, ведь на их долю приходится до 15% [2], а от качества их проведения зависит до 45% [3] себестоимости.

Разработке основных принципов обеспечения работоспособности автомобилей и их агрегатов в процессе эксплуатации на основе исследования их надежности посвящены работы Ф.Н. Авдонькина, В.Н. Баскова, М.Н. Бедняка, Г.В. Н.Я. Говорущенко, М.А. Григорьева, И.Б. Гурвича, И.К. Данилова, А.С. Денисова, В.А., Н.С. Ждановского, Е.А, Г.В. Крамаренко, Е.С. Кузнецова, В.С. Лукинського, Л.В. Мирошникова, В.М. Михлина, А.В. Николаенко, А.С. Проникова, А.А. Ревина, Л.Г., А.И. Селиванова, А.М. Шейнина, С.В. Шумика, Н.Н. Якунина и других авторов.

В результате использования рекомендаций этих исследований в производстве и эксплуатации значительно повысилась надежность агрегатов автомобилей и других машин, снижены затраты на обеспечение их работоспособности в эксплуатации; Однако значительная доля затрат приходится на двигатель (до 39%), из которых до 38% приходится на подшипники коленчатого вала, цилиндропоршневую группу, турбокомпрессор [4].

Техническое состояние сопряжений агрегатов автомобилей характеризуется следующими показателями [1-5]: износ, неравномерность изнашивания зазоры (люфты), площадь усталостного выкрашивания рабочих поверхностей деталей, остаточная деформация.

Наиболее обоснованными являются полученные Ф.Н. Авдонькиным экспоненциальные зависимости износа от наработки [1]. Все типы подвижных сопряжений деталей им разделены на три вида: динамически нагруженные, саморазгружающиеся и с неизменным давлением в зоне трения с износом деталей.

Для *динамически нагруженных сопряжений*, в которых кроме действия основных нагрузок, из-за наличия зазоров в сопряжениях появляются дополнительные динамические нагрузки, обусловленные ускоренным

относительным перемещением деталей в пределах зазора. Приняв по результатам исследований М.М. Хрушова прямо пропорциональную зависимость интенсивности изнашивания α от давления p в зоне трения, он получил прямо пропорциональную зависимость α от износа S .

Решая это линейное дифференциальное уравнение, он обосновал, что общий износ в процессе эксплуатации возрастает по экспоненциальной зависимости

$$S = S_0 e^{bl} \quad (1)$$

$$\alpha = \alpha_0 e^{bl} \quad (2)$$

где α_0 и S_0 соответственно интенсивность изнашивания и износ в конце приработки, приведенные к началу эксплуатации ($l=0$); S – изменение интенсивности изнашивания на единицу износа деталей.

Таким образом, в динамически нагруженных сопряжениях в отличие от «классической» кривой изнашивания после приработки интенсивность изнашивания не остается постоянной, а возрастает линейно от износа и экспоненциально от наработки износ деталей в зависимости от наработки возрастает по экспоненциальной зависимости.

Для **саморазгружающихся** сопряжений также получены экспоненциальные зависимости. В саморазгружающихся сопряжениях по мере изнашивания линейно, как он доказал, снижается давление в зоне трения.

Интегрирование и преобразование линейного дифференциального уравнения аналогично динамически нагруженным сопряжениям позволило ему получить зависимость интенсивности изнашивания и износа от наработки

$$\alpha = \alpha_0 e^{-bl} \quad (3)$$

$$s = s_0 + s_0 (1 - e^{-bl}) \quad (4)$$

Здесь S_0 – износ, α_0 – интенсивность изнашивания в конце приработки, приведенные к началу эксплуатации.

Для сопряжений с давлением в зоне трения, не зависящим от износа при установившихся условиях трения им получены соответствующие зависимости

$$\alpha = \alpha_0 = \text{const} \quad (5)$$

$$s = s_0 + \alpha l \quad (6)$$

Приведенные зависимости справедливы при установившихся (неизменных) условиях трения: материал деталей, состав масла, давление в зоне трения, скорость относительного перемещения, концентрация и дисперсность абразивных частиц в зоне трения, шероховатость поверхности. В процессе эксплуатации автомобиля все приведенные условия трения изменяются в допустимых пределах, поэтому параметры полученных зависимостей носят стохастический характер. В отдельных случаях в процессе эксплуатации изменяются и условия трения.

С учетом экспоненциальной зависимости зазора от наработки профессор А.С. Денисов [4] получил зависимость давления масла от наработки

$$P = \frac{a}{S_0^m e^{mb}} = P_0 e^{-bpl} \quad (7)$$

$P = a/S_0^m$ – давление в конце приработка, приведенное к началу эксплуатации; $b_p = mb$ – экспериментальный параметр; a – конструктивный и режимный параметр.

При низком скоростном режиме двигателя давление в системе смазки снижается сразу же с начала эксплуатации, а при номинальном скоростном режиме, когда давление ограничивается редукционным клапаном, давление

некоторое время после начала эксплуатации остается постоянным (согласно регулировке редукционного клапана), а затем снижается по мере увеличения зазоров в подшипниках коленчатого вала.

Закономерное снижение давления в системе смазки двигателей изменяет условия трения подшипников коленчатого вала. Проведенные расчетно-аналитические и экспериментальные исследования [4,7] показали, что толщина масляного слоя (ТМС) в зависимости от наработки снижается по экспоненциальной зависимости

$$h = h_0 * e^{-bt} \quad (8)$$

где h - ТМС в конце приработки, приведенная к началу эксплуатации, определяемая конструктивно-технологическими параметрами подшипника, режимом работы двигателя, свойствами масла; b - параметр, учитывающий влияние износа на интенсивность изменения технического состояния подшипника.

Список литературы

1. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей / Ф.Н. Авдонкин. М.: Транспорт, 1985. 215 с.
2. Автомобили КамАЗ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: Машиностроение. 1990. 447 с
3. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / И.Б. Гурвич, П.Э. Сыркин, В.И. Чумак. М.: Транспорт, 1994. 144с.
4. Денисов А.С. Обеспечение надёжности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т. 2007. 422 с.
5. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. М.: Транспорт, 1977. 263 с.
6. Данилов И.К. Моделирование и оптимизация структуры, эксплуатационно-ремонтного цикла ДВС / И.К. Данилов. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. 110 с.