

ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО СОСТОЯНИЮ ГРАНИЧНОГО СМАЗОЧНОГО СЛОЯ

С. В. КОРОТКЕВИЧ, О. В. ХОЛОДИЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта

В. В. КРАВЧЕНКО

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

М. В. ПАРАМОНОВ

Конструкторское бюро системного программирования

Смазочный материал является конструкционным компонентом трибосистемы. Нарушение целостности граничного смазочного слоя (ГСС) приводит к катастрофическому разрушению деталей машин и механизмов. Основная роль ГСС состоит в разделении сопряженных поверхностей смазочным слоем нанометрового диапазона толщин с низкой прочностью на сдвиг между его молекулами, что обуславливает снижение коэффициента трения и изнашивания. Своевременная оценка состояния ГСС позволяет предупредить процессы разрушения при эксплуатации машин и механизмов.

В этой связи актуальной является разработка новых методов контроля (диагностирования) состояния поверхности. Одним из них является метод электрофизического зондирования, позволяющий осуществлять контроль состояния ГСС в процессе эксплуатации машины или механизма. Конечным результатом диагностирования данным методом может быть как рекомендация о замене смазочного материала, так и ограничение режимов эксплуатации машин и механизмов для предотвращения катастрофического разрушения.

Состояние ГСС – это комплексная характеристика, определяемая структурными изменениями ГСС, обуславливающими многие измеряемые параметры (прочностные, антифрикционные, противозадирные, термоокислительные и т. д.), которые в совокупности определяют эксплуатационные свойства смазочного материала.

Окисление масла в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) наиболее интенсивно происходит в тонких пленках масла на поверхностях деталей, нагреваемых до высокой температуры и соприкасающихся с горячими газами (поршень, цилиндр, поршневые кольца, направляющие и стебли клапанов, толкатели распределительного вала). Поэтому особенно важным является своевременная оценка термоокислительной стабильности масла в ДВС непосредственно при его эксплуатации.

В процессе эксплуатации ДВС испытывает широкий диапазон нагрузок, достигающих критических значений, что приводит к продавливанию граничного смазочного слоя (ГСС), схватыванию и задиру поверхностей трения. Прочностные свойства ГСС определяются режимами эксплуатации ДВС и свойствами смазочного материала.

Критическими (характерными) точками, в которых возникают в процессе эксплуатации высокие контактные давления, приводящие к продавливанию ГСС, являются коренные и шатунные шейки коленчатого вала ДВС. Коленчатый вал вращается в направляющих втулках, которые погружены в моторное масло. Увеличение нагрузки на ДВС (подъём в гору, резкое увеличение набора мощности и т. д.) приводит к увеличению момента сил на коленчатый вал, что в свою очередь обуславливает увеличение контактного давления на опоры коленчатого вала – коренные и шатунные шейки. Вытеснение молекул ГСС из зоны контакта может привести к разрыву мономолекулярного смазочного слоя с последующим задиром и схватыванием сопряженных поверхностей. Поэтому важным является контроль состояния ГСС в данных критических точках ДВС непосредственно при его эксплуатации.

Реальные режимы эксплуатации ДВС сопровождаются повышенными температурами, поэтому состояние ГСС будет определяться как прочностными, так и антиокислительными свойствами масла. Контроль состояния ГСС позволит: во-первых, своевременно определять начальный момент формирования лакообразной плёнки и кинетику её роста, а значит, и своевременно осуществлять оценку термоокислительной стабильности масла и срок его замены, во-вторых, управлять режимом эксплуатации ДВС при критических режимах (холодный пуск, перегрев двигателя, масляное голодание, критические нагрузки).

Ввиду отсутствия должного контроля качества смазочных материалов на рынке сбыта потребитель в ряде случаев вынужден использовать некачественный товар. Это приводит к тому, что в автотарках имеет место массовое заклинивание ДВС. Естественно предположить, что заклинивание ДВС происходит при критических режимах его эксплуатации, которые вообще недопустимы при использовании масел с низкими триботехническими свойствами. Если учесть человеческий фактор, определяющий эксплуатацию ДВС в критических режимах, что часто имеет место на практике, то необходимо создавать устройства или технические системы с обратной связью, позволяющие исключать возникновение таких ситуаций.

Примером такого устройства является инжекторная система впрыска топлива. Управление впрыском с помощью быстродействующих многофункциональных микроконтроллеров даёт возможность управлять работой двигателя в реальном времени. При этом повышается экономия топлива, улучшаются динамические свойства двигателя, уменьшаются вредные выбросы газов (CO , NO_x , SO) в атмосферу и снижается детонация двигателя.

В современных инжекторных автомобилях количество впрыскиваемого топлива в ДВС ограничивается датчиками кислорода и детонации, которые обуславливают своего рода систему обратной связи, посредством которой управляются режимы его эксплуатации. Однако детонация и содержание кислорода в выхлопе слабо связаны с состоянием ГСС на поверхности трения, что приводит к неоправданному ограничению мощности или к разрушению ДВС. Отличительным признаком системы является то, что контроль состояния ГСС позволяет осуществлять диагностику состояния трибосопряжения и управлять режимами его эксплуатации в режиме реального времени.

Дано обоснование использования метода электрофизического зондирования для управления режимами эксплуатации машин и механизмов в зависимости от состояния ГСС.

УДК 629.113.585

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУАКТИВНОЙ ПОДВЕСКОЙ АВТОБУСА

С. В. ЛЯХОВ, М. М. БЕЛОУС

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

В настоящее время для систем полуактивной подвески автомобиля наиболее перспективными признаны гидравлические амортизаторы, изменение жесткости которых осуществляется посредством работы управляемых пропускных клапанов. Количество степеней жесткости должно быть выбрано до стадии конструирования амортизатора и не может быть изменено далее, в процессе отработки алгоритма управления электронной системы. А для самой системы необходимо установить необходимое и достаточное количество собираемых параметров, используемых в алгоритме.

В работе предлагается метод выбора необходимых информационных параметров для системы управления жесткостью амортизаторов, степеней жесткости и их количества.

Выбор параметров для алгоритма управления. Исходя из приведенного выше расчета для выбора частот изменения жесткости амортизатора (приводится в докладе С. В. Ляхова, М. М. Белоуса "Стратегия управления полуактивной подвеской автобуса"), в алгоритме управления оцениваются следующие параметры: W_v – частота возмущений; M – подрессоренная масса; m – неподрессоренная масса; $c_{ш}$ – коэффициент жесткости шины; $c_{п}$ – коэффициент жесткости подвески; $k_{ш}$ – эквивалентный коэффициент сопротивления шины; $k_{п}$ – эквивалентный коэффициент сопротивления подвески. Параметры m , $c_{ш}$, $k_{ш}$, $k_{п}$ заведомо известны и определяются типом автотранспортного средства. Для определения параметров W_v , M , $c_{п}$ необходимо использовать датчики давления воздуха в пневмобаллонах подвески и датчики положения кузова системы управления пневмоподвеской, которые устанавливаются в штатной системе электронного управления уровнем подвески. Подрессоренная масса находится путем расчета по давлению воздуха в пневмобаллонах, а жесткость подвески – по длине сжатия пневмобаллона под тяжестью подрессоренной массы. Частота возмущений в подвеске определяется путем измерения частоты колебаний давления воздуха в пневмобаллоне.