УДК 621.891; 658.58

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

© 2014 М.В. Ненашев, И.Д. Ибатуллин, А.С. Марков, В.С. Марков, С.Г. Емельянов

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 27.03.2014

Приведена новая конструкция диагностического щупа для установки на место стандартного маслоуказательного щупа, обеспечивающего возможность непрерывного или периодического контроля чистоты, вязкости и уровня масла, а также его антифрикционных и антизадирных свойств. Проведены результаты испытания диагностического щупа на базе автомобиля Hyundai.

Ключевые слова: смазочное масло, диагностический щуп, антифрикционные свойства, антизадирные свойства, вязкость, температура

В настоящее время замена моторного масла при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания производится по регламенту (пройденному пути). Недостатком данного метода замены моторного масла в автомобилях является: 1) возможность преждевременного удаления масла, сохранившего достаточно высокую работоспособность, что приводит к нерациональному использованию масла; 2) возможность эксплуатации двигателя с маслом, которое изначально не отвечало техническим требованиям (контрафактная продукция, загрязненное масло, масло с истекшим сроком годности и т.д.). Поскольку автолюбители и сервисные центры, как правило, не имеют возможности проведения тщательного лабораторного анализа моторного масла, особенно в процессе его эксплуатации, то эксплуатация моторного масла по фактическому состоянию до сих пор представляет собой нерешенную задачу, несмотря на то, что подобные исследования регулярно возобновляются. Однако в предлагаемых конструкциях диагностических систем для контроля качества масел оценивается, в сущности, только его чистота, для оценки которой используют различные методы (оптический, спектральный, диэлькометрический анализ и др.) [1, 2]. В то время как для моторных смазочных масел основными критериями качества являются антифрикционные и антизадирные свойства, которые обеспечиваются введением в базовое масло соответствующих присадок. Эти присадки в

Ненашев Максим Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе. E-mail: max71@vail.ru

Ибатуллин Ильдар Дугласович, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроениия». E-mail: tribo@rambler.ru

Марков Александр Сергеевич, студент

Марков Владимир Сергеевич, студент

Емельянов Сергей Геннадьевич, инженер лаборатории наноструктурированных покрытий

процессе эксплуатации вырабатываются (так же как и моющие присадки), но в отличие от выработки моющих присадок, которые можно контролировать по степени прозрачности масла, триботехнические свойства контролировать сложнее. Кроме того, при эксплуатации двигателей важно оценивать вязкость масла, которая должна находиться в рамках определенного диапазона. Слишком большая вязкость затрудняет прокачку масла по смазочной системе, слишком малая — не обеспечивает необходимой толщины смазочного слоя в трущихся парах.

В лаборатории наноструктурированных покрытий разработана новая конструкция диагностического комплекса для многокритериального контроля качества моторного масла. Отличительной особенностью данной разработки является комплексный анализ фактического состояния масла в процессе эксплуатации автомобилей на основе оценки степени его загрязнения, антифрикционных и антизадирных свойств, уровня, температуры и вязкости. На рис. 1 представлена структурная схема щупа для контроля качества смазочного масла.

Устройство для контроля качества смазочного масла выполнено в виде щупа, и содержит датчики уровня масла *I*, чистоты *2*, вязкости *3*, несущей способности и момента трения *4*, температуры *5*, причем все датчики выполнены в виде отдельных модулей, размещенных в гибкой трубке *6* из материала, устойчивого к действию масла (например, силиконовой трубке), соединенной с корпусом *7*, в котором размещены: привод вращения *8* (электрический двигатель постоянного тока или шаговый двигатель) связанный с датчиками вязкости, несущей способности и момента трения; блок обработки информации *9*, связанный со всеми датчиками и передающим данные о качестве масла на

информационную панель 10. Кроме того, блок обработки информации обеспечивает возможность выбора режима контроля качества масла (непрерывный и периодический). Для удобства эксплуатации щупа имеется дополнительная информационная панель 11, информирующая о текущем состоянии масла и размещаемая в

любом месте, удобном для контроля (например, в кабине оператора), которая дублирует показания информационной панели 10 и связана с ней посредством проводной или беспроводной связи. Конструкция щупа обеспечивает возможность его установки в двигателе внутреннего сгорания вместо стандартного маслоуказательного щупа.

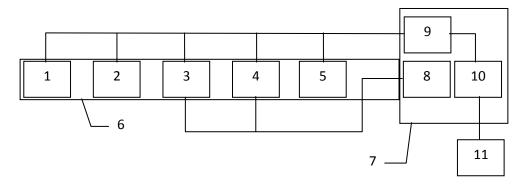


Рис. 1. Структурная схема щупа для контроля качества смазочного масла

В качестве привода диагностического щупа для обеспечения работоспособности модулей оценки вязкости, антифрикционных и антизадирных свойств масла был предложен автоматизированный привод (на базе мотор-редуктора IG22C0336401K1R) возвратно-поступательного движения гибкого (стального) троса. Модуль измерения уровня масла содержит на участках щупа, соответствующих границам минимального и максимального уровня масла, встроенные в стенки трубчатого корпуса инфракрасный излучатель и фотоприемник (фотодиод). Если уровень масла не достигает нижней границы датчика, то фотоприемник воспринимает сигналы излучателя, отраженные от внутренней стенки корпуса: сопротивление диода уменьшается, о чем сигнализирует соответствующий светодиод на индикаторном табло. При нормальном уровне масла в двигателе граница поверхности масла разделяет приемник и излучатель.

Датчик силы трения (характеризующей антифрикционные свойства масла) и несущей способности, представлен миниатюрной машиной, погружаемой в испытуемое масло. Узел трения в данном датчике сформирован двумя пружинными электродами, прижатыми с противоположных сторон к металлическому тросу с упругой силой, которая устанавливается таким образом, чтобы под действием давления прижатия не происходил разрыв смазочной пленки в новом масле с приемлемыми антизадирными свойствами. При выработке антизадирных присадок в масле учащаются разрывы масляной пленки в датчике, что будет отображаться свечением соответствующего светодиода.

Конструкция модуля оценки вязкости основана на принципе поршневого насоса с упругой мембраной. При движении поршня вниз масло частично выдавливается через калиброванное отверстие, а оставшаяся часть масла будет деформировать упругую мембрану с датчиком. Чем меньше вязкость масла, тем больше оно будет выходить из полости под поршнем через отверстие наружу и, соответственно, тем меньше будет деформация мембраны. При критическом (нижнем) уровне вязкости масла замыкание контакта связанного с мембраной прекратится и включится индикация аварийного состояния масла.

Модуль оценки чистоты масла выполнен аналогично оптическому датчику уровня, однако в этом случае излучатель (светодиод) и приемник (фотодиод) направлены встречно друг другу. Сигнал, принимаемый фотодиодом, зависит от степени прозрачности масла, расположенного между приемником и излучателем. Датчик температуры эксплуатируемого масла изготовлен на основе стандартного терморезистора.

Работа с устройством заключается в следующем: 1) вынимают штатный маслоуказательный щуп; 2) на его место устанавливают диагностический щуп; 3) подключают щуп к питанию; 4) выводят индикаторную панель в салон автомобиля. Далее моторное масло эксплуатируют до тех пор, пока не сработает хотя бы один из датчиков с указанием на причину потери работоспособности масла. Таким образом, водитель получает комплексную оценку качества масла, на основе которой может принимать решение о необходимости его замены.

Выносной блок индикации выполнен в двух исполнениях, один из выносных блоков индикации предназначен для размещения под капотом автомобиля (рис. 2а), другой – в салоне (рис. 26, 3). Для первого блока важно обеспечить защиту лицевой панели от пыли и грязи, для второго - возможность встраивания в существующие отсеки на передней панели без нарушения гармоничности и цветовой гаммы. Для блока под капотом предложено использовать корпус с пылевлагозащитной крышкой, которую следует открыть для прочтения информации с передней панели блока индикации. Установка диагностического щупа осуществляется простой заменой штатного маслоуказательного щупа на диагностический и подключение последнего к питанию аккумулятора через блок предохранителей (для этого наконечники щупа оснащены клеммами) (рис. 4).

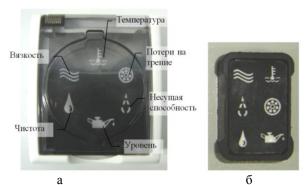


Рис. 2. Варианты изготовления выносных блоков индикации для размещения под капотом автомобиля (a) и в салоне (б)



Рис. 3. Блок индикации на передней панели автомобиля Hyundai Solaris



Рис. 4. Схема подключения диагностического щупа на стенде

Натурные испытания проводили непосредственно на автомобиле Hyundai Solaris 2012 г. выпуска (рис. 3). Начало испытаний соответствовало работе двигателя на отработавшем назначенный ресурс синтетическом моторном масле Shall Helix. Индикация на выносной панели свидетельствовала о недостаточной чистоте масла. После замены масла (с неполным уровнем заливки) и прогрева двигателя блоком индикации щупа было указано на недостаточный уровень моторного масла. После доливки масла и охлаждения двигателя в течение 2-х часов при температуре окружающей среды 10°С осуществили повторный запуск двигателя, при этом в течение 4,5 минут высвечивалось сообщение о недостаточном прогреве масла. Проведенные натурные испытания подтвердили работоспособность диагностического щупа и перспективность продолжения работ в данном направлении.

Использование данного устройства при эксплуатации автомобилей позволит: 1) более экономно расходовать смазочные материалы; 2) обеспечить надежную работу ДВС; 3) своевременно

менять масло в зависимости от его фактического состояния с учетом условий эксплуатации, качества масла, наличия присадок и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1. *Логвинов, Л.М.* Техническая диагностика жидкостных систем технологического оборудования по параметрам рабочей жидкости: учеб. пособие. М: ЦНТИ «Поиск», 1992. 90 с.
- 2. Власов, Ю.А. Способ диагностики агрегатов машин по параметрам работающего масла / Ю.А. Власов, Н.Т. Тищенко, Ю.А. Будько и др. Патент РФ №2473884. Опубл.: 27.01.2013 Бюл. № 3.

DIAGNOSTIC SYSTEM FOR ENGINE OILS QUALITY CONTROL

© 2014 M.V. Nenashev, I.D. Ibatullin, A.S. Markov, V.S. Markov, S.G. Emelyanov

Samara State Technical University

The new design of the diagnostic probe for installation to the place of standard oil indicative probe, providing possibility of continuous or periodic control of purity, viscosity and oil level, and also its antifrictional and anti edge fining properties is given. Results of test the diagnostic probe on the basis of Hyundai automobile are carried out.

Key words: lubricant oil, diagnostic probe, antifrictional properties, anti edge fining properties, viscosity, temperature

Maksim Nenashev, Dovtor of Technical Sciences, Professor, Deputy Rector on Scientific Work. E-mail: max71@vail.ru Ildar Ibatullin, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department "Technology of Mechanical Engineering". E-mail: tribo@rambler.ru Alexander Markov, Student Vladimir Markov, Student Sergey Emelyanov, Engineer at the Laboratory of Nanostryctural Coatings