

УДК 681.518.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИННОГО МАСЛА

Каевский А.И., Белокопытов Р.К.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,

e-mail: isasha6613@gmail.ru, RedarSyltan@yandex.ru

В данной работе рассматривается возможное решение проблемы сгущения смазочного масла, связанного с образованием в нем сажи, в результате работы дизельного двигателя. Двигатели, которые производят относительно низкий уровень твердых частицы в выхлопных газах показывают значительный уровень загрязнения сажей смазочного материала. Это загрязнение приводит к потере смазки своих свойств. Сажа загрязняет смазку и изменяет химические свойства, приводя к прекращению работоспособности смазки. Актуальным представляется автоматизировать процесс определения текущего загрязнения смазочных материалов сажей, что поможет своевременно его заменить и предотвратить контакт типа «металл-металл», и, как следствие, поломку двигателя. Одним из вариантов решения данной проблемы, является внедрение в систему автомобиля вибрационного вискозиметра, который будет отслеживать состояния масла в режиме реального времени.

Ключевые слова: нанотехнологии, двигатель, твердые частицы, анализ, автоматизация, вискозиметр

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE QUALITY OF ENGINE OIL

Kaevsky A.I., Belokopytov R.K.

Don State Technical University, Rostov-on-Don,

e-mail: isasha6613@gmail.ru, RedarSyltan@yandex.ru

In this paper, a possible solution to the problem of thickening a lubricating oil associated with soot is considered. Engines that produce a relatively low level of particulate matter in the exhaust gas show a significant level of soot contamination of the lubricant. This contamination leads to loss of lubrication of its properties. Soot contaminates the lubricant and changes the chemical properties, leading to a loss of lubricity. It is important to automate the process of determining the current contamination of lubricants with soot, which will help prevent metal-to-metal contact and, as a result, engine failure. One of the solutions to this problem is the introduction of a vibratory viscometer into the car system, which will monitor the oil status in real time.

Keywords: nanotechnology, engine, solid particles, analysis, automation, viscosimeter

Дизельные двигатели широко используются в автомобильной промышленности из-за их лучшей экономии топлива по сравнению с обычными бензиновыми двигателями, в результате их повышенной тепловой эффективности. Несмотря на эти преимущества, дизельные двигатели страдают от экологических недостатков, таких как высокие уровни выхлопных газов NOx (оксиды азота) и твердых частиц.

Некоторые из ключевых технологий для контроля выбросов NOx – это контроль впрыска топлива, контроль состояния заряда в цилиндре, рециркуляция отработавших газов (EGR) и управление составом топлива. EGR является одним из наиболее привлекательных технологий для сокращения выбросов NOx, но уменьшение NOx сопровождается увеличением твердых частиц и плохого сгорания.

Загрязнение смазочного масла дизельной сажей – это ключевой фактор, связанный с повышенным износом двигателя. Механизм износа до сих пор не полностью понят и в этой области необходимы более

фундаментальные исследования. Похоже, что двигатели, которые производят относительно низкий уровень твердых частиц в выхлопных газах, показывают значительный уровень загрязнения сажей смазку, что приводит к отказу смазки.

Этот сбой смазки является одной из основных причин износа двигателей. Из-за изменений химических свойств, в основном вызванных накоплением сажи в моторном масле, смазка перестает выполнять свои функции. Это приводит к увеличению вязкости моторного масла, что ведёт к прокачиваемости проблемы и отказу смазывать стенки цилиндров в результате чего происходит контакт металл-металл [1, 2].

Изменения в составе топлива могут значительно изменить физическую структуру и поверхностную химию сажи.

Для сохранения работоспособности двигателя важно понять, когда отложения сажи достигнут критической точки, и появится риск контакта «металл-металл».

Для решения данной задачи предлагается установить в оборудование вискозиметр.

Это позволит достичь синхронной регистрации изменения физических параметров масла и химических процессов.

Вязкость – свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению одного слоя относительно другого. Количественно вязкость характеризуется значением динамической вязкости или коэффициентом внутреннего трения. Характерной особенностью этого вида трения является то, что оно наблюдается не на границе твердого тела и жидкости, а во всем объеме жидкости [3].

Вискозиметр – прибор для измерения вязкости.

Существует несколько методов измерения вязкости, таких как: капиллярный метод, метод падающего шарика, ротационный метод, ультразвуковой метод и вибрационный метод. Мы остановились на вибрационном и ультразвуковом методах, так как они лучше всего подходит для нашей задачи.

Вибрационный метод вискозиметрии базируется на определении изменений пара-

метров вынужденных колебаний тела правильной геометрической формы, называемого зондом вибрационного вискозиметра, при погружении его в исследуемую среду. Вязкость исследуемой среды определяется по значениям этих параметров, при этом обычно используется градуировочная кривая вискозиметра (для случая примитивного вибрационного вискозиметра; в целом, не теряя общности, этот принцип переносится и на более сложные приборы) [4].

Вибрационный метод, или метод посту- пающих колебаний тела в жидкости, обладает рядом преимуществ таких как: проведение измерений при высоких температурах и давлениях, возможность автоматизации измерений, высокая чувствительность к измеряемой величине вязкости.

Предлагается использовать вискозиметр Solartron 7827, он предназначен для непрерывного измерения вязкости жидкости. Также измеряет температуру и плотность (рис. 1).

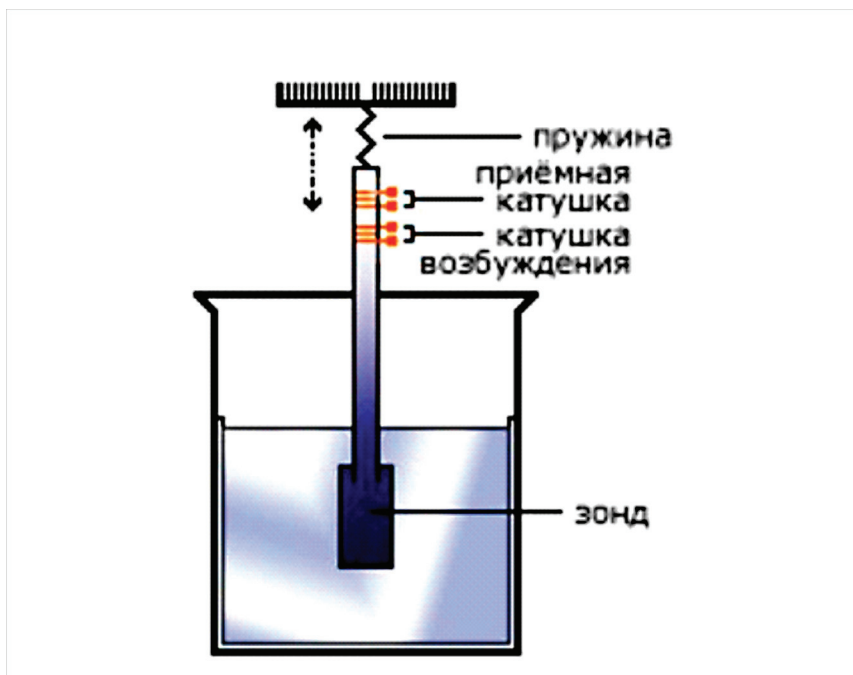


Рис. 1. Вибрационный метод вискозиметрии [5]

Легко монтируется в байпасную линию, трубопровод, открытый и закрытый резервуар, агрегат высокого давления или прочную камеру подачи пробы.

Измерения: динамическая вязкость, плотность, вычисление кинематической вязкости.

Принцип работы – вибрационный. Вязкость жидкости, в которую погружен колебательный элемент, измеряется с помощью определения уровня демпфирования жидкостью резонирующего элемента – камертона.

Преимущества: – Отдельная калибровка каждого диапазона измерений вязкости – Автоматическое переключение с одного диапазона на другой – Большой выбор материалов обеспечивает широкий спектр применения вискозиметра. Возможен монтаж, вибрационного зонда в емкость с маслом, например, в уровень, и вывод результатов на приборную панель автомобиля, что по-

может автоматически отслеживать загрязнение масла, вовремя его заменить и избежать поломки двигателя [6].

Вторым вариантом является ультразвуковой вискозиметр (рис. 2). Например, ВAB-3, он базируется на принципе демпфирования, который заключается в необратимом переносе энергии, полученной им, в тепло или же разрушение материала. Если стержень из металла, помещенный в жидкость, малым промежуточным ударом заставит подвергаться колебанию, то, буквально, через некоторое время эти колебания исчезнут или же уменьшатся. Тогда скорость спадания амплитуды станет зависеть от вязкости среды. Поэтому можно сделать вывод, что чем больше вязкость среды, тем интенсивнее колебания затухают [7].

На рис. 2 приведена схема встроенного вискозиметра в цистерне с жидкой средой.

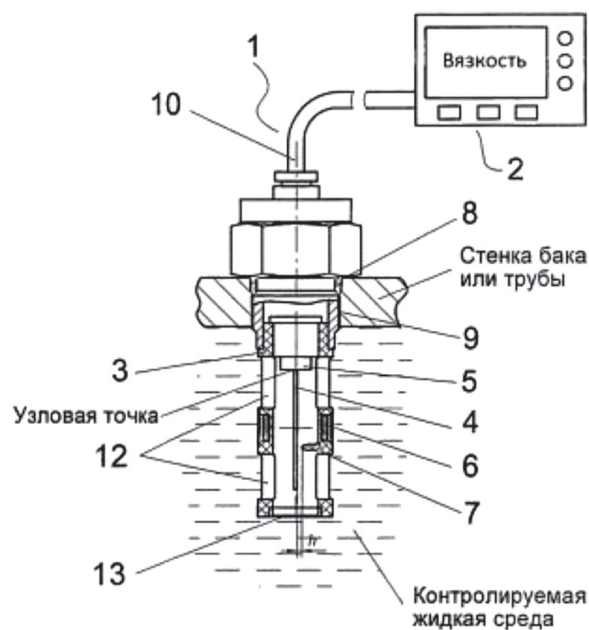


Рис. 2. Схема ультразвукового вискозиметра [7]

Эта схема включает в себя: датчик – 1 и электронного блока – 2. Сам датчик включает корпус – 3, куда прикреплен через демпфирующее соединение – 5 магнито-стрикционный элемент – 4 в его соединенной точке.

Ультразвуковой вискозиметр несложен в устройстве, мал в размерах, и обеспечивает большую вероятность верных измерений. Так же он в десять раз дешевле вибрационных аналогов.

Смысл ультразвукового метода заключается в том, что в среду погружают магнито-стрикционную пластинку, зонд вискозиметра, наматываемая катушкой. Вследствие этого появляются короткие импульсы тока длительностью примерно 20 ± 10 микросекунд. Эти импульсы тока способствуют возникновению колебаний. Согласно закону сохранения, во время колебаний пластинки в катушке обнаруживается электродвижущая сила, уменьшающаяся со скоростью и зависящая от вязкости среды. После этого, при уменьшении электродвижущей силы до определенного значения, новый импульс попадает в катушку. В результате вискозиметр устанавливает вязкость среды по частоте следования импульсов. Ультразвуковые устройства – вискозиметры – применяются, преимущественно, для постоянного наблюдения разных жидкостей в технологичных потоках. Выбор прибора зависит от того, что более приоритетно, его цена или точность измерений. Вискозиметры, действие которых основано на ультразвуковом мето-

де вискозиметрии, нельзя отнести к классу вискозиметров с широким диапазоном измерений. К классу высокотемпературных вискозиметров их также нельзя отнести в силу величины относительной погрешности, возникающей при высокотемпературной вискозиметрии и свойств материалов прибора. Но они многократно выигрывают в цене у вибрационных вискозиметров.

Смысл технологии заключается в том, что она должна безошибочно определять момент, когда масло пришло в негодность. Ее интеграция в устройство автомобиля, позволит легко отслеживать данный момент. Это поможет своевременно менять масло, что многократно продлит срок службы двигателя.

Список литературы

1. Ferraro G. et al. Impact of oil aging and composition on the morphology and structure of diesel soot // *Journal of colloid and interface science*. – 2018. – Т. 512. – С. 291–299.
2. Koca H.D. et al. Effect of particle size on the viscosity of nanofluids: A review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017.
3. Библиотека специализированной литературы. [Электронный ресурс] URL: <http://www.spec-kniga.ru/obuchenie/tehnika-laboratornyh-rabot/tehnika-laboratornyh-rabot-opredelenie-vyazkosti-viskozimetriya.html>. (дата обращения 16.01.18).
4. Спектроскопические системы. [Электронный ресурс] URL: <http://www.spectrosystems.ru/methods/viskozimetr.shtml>. (дата обращения 18.01.18).
5. Спектроскопические системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spectrosystems.ru/methods/viskozimetr.shtml>.
6. Компания Solartron [Электронный ресурс] URL: http://solartron.nt-rt.ru/images/manuals/SLT_TO/SLT_7827,29-TO.pdf. (дата обращения 21.01.18).
7. Ультразвуковой вискозиметр [Электронный ресурс]. URL: <http://www.globalinformatics.ru/gloins-770-1.html>.