

Разработка оптико-электронного устройства для контроля качества моторного масла

В.В. Семенов, Ю.Г. Асцатуров, Ю.Б. Ханжонков

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Предложено новое устройство для анализа загрязнённости моторного масла двигателя внутреннего сгорания дисперсными частицами. Для повышения информативности выходных данных и возможности осуществления непрерывного автоматизированного контроля, а так же повышения точности, оперативности и достоверности измерений в устройстве используется оптико-электронный метод анализа загрязнённости моторных масел, основанный на методе "капельной пробы".

Ключевые слова: смазочный материал, оптико-электронное устройство, двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, метод анализа загрязнённости, оптический метод контроля.

При работе узлов трения машин и механизмов свойства смазочных материалов, присутствующих в трибосопряжениях, меняются: происходит загрязнение механическими примесями, водой, продуктами износа деталей и окисления [1].

Для моторных масел характерно загрязнение пылью, попадающей как с засасываемым для горения воздухом, так и с топливом. С увеличением срока эксплуатации масла, в нём увеличивается количество механических примесей, в том числе взвешенных частиц металлической (продукты износа деталей цилиндропоршневой группы) и угарной (нерастворимые продукты окисления) природы.

В работающих маслах накапливается вода, которая попадает из камеры сгорания с прорывающимися газами. Накопление воды в масле повышает коррозионность и ухудшает смазывающие свойства. Также срабатываются присадки, введенные в масло для улучшения его эксплуатационных свойств, что также приводит к снижению щелочного числа, ухудшению моющих свойств, повышению коррозионности [2].

В результате старения и загрязнения масло темнеет, в нём увеличивается содержание механических примесей. Это способствует образованию нагаров, что сказывается на работе и техническом состоянии двигателя.

Кроме процессов окисления и загрязнения качество масел ухудшается из-за накопления продуктов неполного сгорания топлива. При неправильной регулировке топливной аппаратуры, плохом техническом состоянии цилиндропоршневой группы, тяжелом фракционном составе топлива в масло могут проникать не только продукты неполного сгорания, но и сконденсировавшееся топливо, что существенно снижает вязкость масел.

Контролируя основные показатели, которые характеризуют свойства масел, можно определить пригодность масла к эксплуатации. При эксплуатации неисправного или перегруженного двигателя, масло может потерять запас качества. И напротив, может находиться в хорошем состоянии к моменту замены [3-5].

Способы анализа загрязнений масел могут быть основаны на различных методах: виброакустическом, электрическом, оптическом, спектральном и др. [6-8]. Перспективным направлением является разработка устройств, реализующих оптико-электронные способы, которые дают возможность осуществления непрерывного автоматизированного контроля, повышения точности, оперативности и достоверности измерений [9-11].

Достаточно информативным и широко применяемым органолептическим способом является «метод капельной пробы», заключающийся в нанесении капли испытуемого масла на фильтровальную бумагу, и затем, в анализе цвета, рисунка и равномерности растекания масла на бумажной хроматограмме, измерении диаметров зон капли, и изучении составных частей «капельной пробы» [12]. При этом, анализ результатов оценки масел по данному методу, возможно автоматизировать, используя современные средства контроля.

Авторами разработано эффективное устройство для контроля качества моторного масла [13, 14].

Оптико-электронное устройство (рисунок 1) для контроля качества моторного масла содержит осветительный блок 8, блок для захвата изображения и блок обработки изображения, схему управления осветительным блоком, электромеханический клапан дозирования масла из картера двигателя с блоком управления электромеханическим клапаном 15, шаговый двигатель 12, две катушки 4 с лентой из фильтровальной бумаги 10, объектив, ПЗС-матрицу 7, аналого-цифровой преобразователь 17, DSP-процессор 18, термодатчик 11, ЭВМ 23, цифровой индикатор 24, интерфейс соединения с внешними устройствами 25.

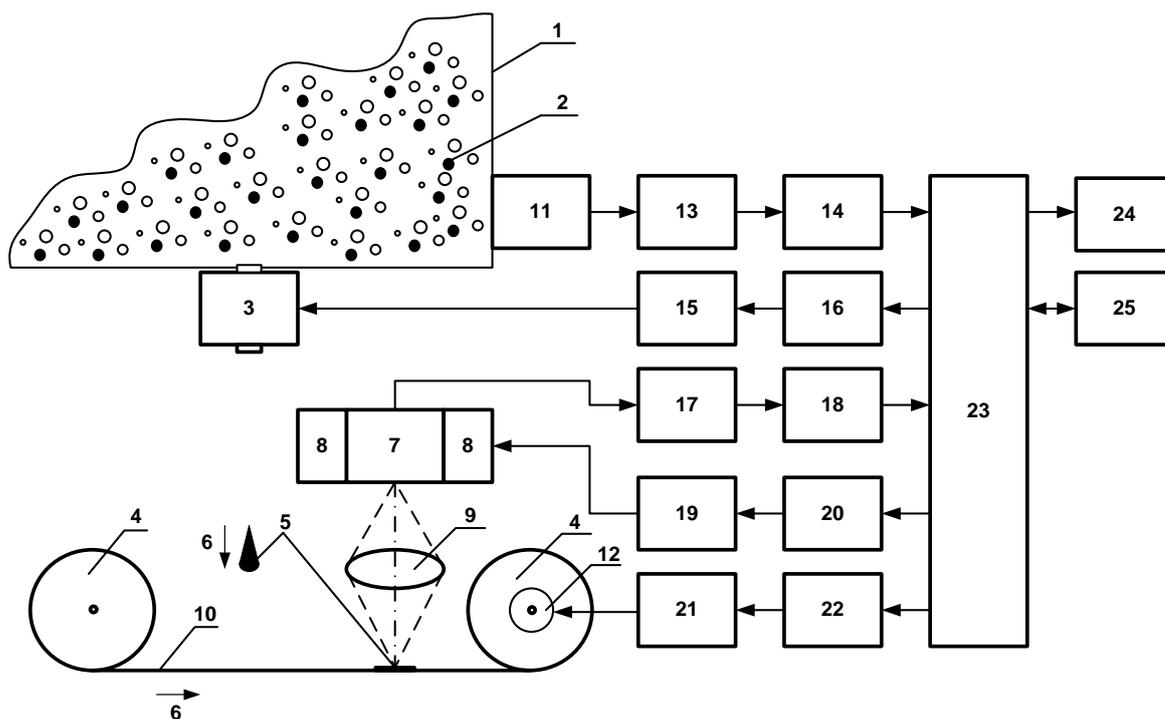


Рис. 1.– Структурная схема устройства для контроля качества моторного масла

Устройство функционирует следующим образом. Устройство работает периодически (раз в неделю, в месяц или по пробегу). ЭВМ 23 через цифро-

аналоговое устройство 16 и устройство управления электромеханическим клапаном 15 подает сигнал управления электромеханическим клапаном 15 дозации масла 2 из картера двигателя 1, причём данный сигнал управления подается после остановки двигателя и в момент, когда температура масла, снимаемая термодатчиком 11, составляет 50°C. При этом, с термодатчика 11 через усилитель 13 и аналого-цифровой преобразователь 14 информация о температуре масла поступает в ЭВМ 23.

В момент открытия электромеханического клапана дозации масла 3 блоком управления 15 из картера двигателя 1 масло 2 в виде капли 5 направляется на ленту из фильтровальной бумаги 10 и на ней происходит растекание в течение 10 минут, после чего ЭВМ 23 при помощи аналого-цифрового преобразователя 22 и блока управления шаговым двигателем 21 включает шаговый двигатель, при помощи которого катушка для ленты 4 перемещает ленту из фильтровальной бумаги по направлению 6 в положение захвата изображения.

Далее ЭВМ 23 при помощи цифро-аналогового преобразователя 20 и блока управления осветительным устройством 19 включает осветительный блок 8, выполненный из светодиодов. Изображение капли масла при помощи линзы 9 и ПЗС-матрицы 7 проходит оцифровку в аналого-цифровом преобразователе 17 и поступает в DSP-процессор 18, который проводит обработку изображения по задаваемому алгоритму:

- 1) Классический - по отношениям диаметров полученных колец.
- 2) С использованием преобразования Фурье.

Результаты обработки изображения из DSP-процессора 18 поступают в ЭВМ 23.

Регистрация и обработка изображения капли масла осуществляется через 10, 60, 120 минут и через сутки. Полученные данные усредняются ЭВМ 23 и в результате цифровой обработки и сравнения показаний с

существующими эталонами изображений, ЭВМ 23 формирует результат измерений в виде интегрального показателя загрязненности моторного масла для вывода на цифровой индикатор 24, а также для дистанционной передачи результата на внешние устройства через интерфейс взаимодействия с внешними устройствами 25.

Применение разработанного оптико-электронного устройства для контроля качества моторного масла обеспечивает следующие преимущества: возможность осуществления непрерывного автоматизированного контроля, повышение точности, оперативности и достоверности измерений. Это позволяет контролировать качество работы двигателя внутреннего сгорания, оставшийся ресурс работы масла до его замены, своевременно выявлять в моторном масле продукты износа трибосопряжений ДВС.

Литература

1. Кукоз В.Ф., Шкрет Л.Я., Мамаев Н.М. Условия работы и качество моторного масла // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2005. Спецвыпуск: Проблемы электрохимии. С. 109-110.
2. Корнеев С.В. Критерии работоспособности моторных масел // Строительно-дорожные машины. 2004. № 4. С. 28-29.
3. Гармаш С.Н. Новый принцип контроля состояния автомобильных масел в процессе эксплуатации // Автомобильная промышленность. 2005. № 9. С. 30-32.
4. Кукоз В.Ф., Хулла В.Д., Тарасов А.В., Подгайный Н.Г. Экспресс-метод оценки работоспособности моторных масел // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2007. №3. С. 75-76.
5. Ступин В.Е. Тенденции интеграции радиотехнических и мехатронных средств // Инженерный вестник Дона, 2007, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2007/39.



6. Семенов В.В., Асцатуров Ю.Г., Ханжонков Ю.Б. Совершенствование устройств для трибомониторинга узлов машин и механизмов с применением оптоэлектроники // Инженерный вестник Дона, 2013, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1541.

7. Voynov K.N., Shwarts M.A., Belyh V.V. Prognostication and estimation of the residual period of operation for pair of friction. In Zakopane, International conf. KONMOT, vol.2, Poland. 21-30.09.2004, pp. 651-656.

8. Dickey F.M., Holswade S.C., Hornak L.A., Brown K.S. Optical methods for micromachine monitoring and feedback. Sensors and Actuators A: Physical. 1999. V. 78. № 2-3. pp. 220-235.

9. Ермаков О.Н. Прикладная оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004. 416 с.

10. Асцатуров Ю.Г., Семенов В.В., Ханжонков Ю.Б. Разработка оптико-электронного устройства для анализа загрязнённости моторного масла двигателя внутреннего сгорания дисперсными частицами // Инженерный вестник Дона, 2014. №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2376.

11. Патент РФ № 2498269, МПК G01N15/02. Способ анализа загрязненности моторного масла двигателя внутреннего сгорания дисперсными частицами / Семенов В.В., Ханжонков Ю.Б., Асцатуров Ю.Г. - заявитель и патентообладатель Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса - № 2012115075/28; заявл. 16.04.2012; опубл, 10.11.2013 Бюл. № 31.

12. А.С. 201768 СССР, МПК 7 G01N 31/05. Способ определения необходимости замены масла в дизелях / ГОСНИТИ; Н.С.Пасечников, Н.М.Хмелевой. - №1081469/26-25. Заявл. 01.04.66. Опубл. 08.09.67. Бюл. №18.

13. Патент РФ № 2583344, G01N 15/02. Устройство анализа загрязненности моторного масла двигателя внутреннего сгорания дисперсными частицами / Семенов В.В., Ханжонков Ю.Б., Асцатуров Ю.Г., Сучков П.В. - заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ)- № 2015106466/28. Заявл. 25.02.2015. Оpubл. 10.05.2016. Бюл. № 13.

14. Патент РФ № 2583351, G01N 15/02. Способ анализа загрязненности моторного масла двигателя внутреннего сгорания дисперсными частицами / Семенов В.В., Ханжонков Ю.Б., Асцатуров Ю.Г. - заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ)- № 2015104480/28. Заявл. 25.02.2015. Оpubл. 10.05.2016. Бюл. № 13.

References

1. Kukoz V.F., Shkret L.Ja., Mamaev N.M. Uslovija raboty i kachestvo motornogo masla. Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 2005. Specvypusk: Problemy jelektrohimii. pp. 109-110.

2. Korneev S.V. Kriterii rabotosposobnosti motornyh masel. Stroitel'no-dorozhnye mashiny. 2004. № 4. pp. 28-29.

3. Garmash S.N. Novyj princip kontrolja sostojanija avtomobil'nyh masel v processe jekspluatacii. Avtomobil'naja promyshlennost'. 2005. № 9. pp. 30-32.

4. Kukoz V.F., Hulla V.D., Tarasov A.V., Podgajnyj N.G. Jekspress-metod ocenki rabotosposobnosti motornyh masel. Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 2007. №3. pp. 75-76.

5. Stupin V.E. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2007, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2007/39.



6. Semenov V.V., Ascaturov Ju.G., Hanzhonkov Ju.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1541.

7. Voynov K.N., Shwarts M.A., Belyh V.V. Prognostication and estimation of the residual period of operation for pair of friction. In Zakopane, International conf. KONMOT, vol.2, Poland. 21-30.09.2004, pp. 651-656.

8. Dickey F.M., Holswade S.C., Hornak L.A., Brown K.S. Optical methods for micromachine monitoring and feedback. Sensors and Actuators A: Physical. 1999. V. 78. № 2-3. pp. 220-235.

9. Ermakov O.N. Prikladnaja optoelektronika [Applied optoelectronics]. M.: Tehnosfera, 2004. 416 p.

10. Ascaturov Ju.G., Semenov V.V., Hanzhonkov Ju.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2376.

11. Patent RF № 2498269, MPK G01N15/02. Sposob analiza zagryaznennosti motornogo masla dvigatelja vnutrennego sgoraniya dispersnymi chasticami [Analysis method of dirtiness of motor oil of internal combustion engine with disperse particles]. Semenov V.V., Hanzhonkov Ju.B., Ascaturov Ju.G. zayavitel' i patentoobladatel' Juzhno-Rossijskij gosudarstvennyj universitet jekonomiki i servisa. № 2012115075/28; zayavl. 16.04.2012; opubl., 10.11.2013 Bjul. № 31.

12. A.S. 201768 SSSR, MPK 7 G01N 31/05. Sposob opredelenija neobhodimosti zameny masla v dizeljah [The method for determining the need to change the oil in diesel engines]. GOSNITI; N.S.Pasechnikov, N.M.Hmelevoj. №1081469/26-25. Zayavl. 01.04.66. Opubl. 08.09.67. Bjul. №18.

13. Patent RF № 2583344, G01N 15/02. Ustrojstvo analiza zagryaznennosti motornogo masla dvigatelja vnutrennego sgoraniya dispersnymi chasticami [Apparatus for analysing dirtiness of motor oil of internal combustion engine with disperse particles]. Semenov V.V., Hanzhonkov Ju.B., Ascaturov Ju.G., Suchkov P.V. zayavitel' i patentoobladatel': federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe



образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственной технической университет" (DGTU). № 2015106466/28. Заявл. 25.02.2015. Оpubl. 10.05.2016. Вjul. № 13.

14. Patent RF № 2583351, G01N 15/02. Sposob analiza zagryaznennosti motornogo masla dvigatelja vnutrennego sgoranija dispersnymi chasticami [Method for analysis of contamination of motor oil of internal combustion engine by disperse particles]. Semenov V.V., Hanzhonkov Ju.B., Ascaturov Ju.G. заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственной технической университет" (DGTU). № 2015104480/28. Заявл. 25.02.2015. Оpubl. 10.05.2016. Вjul. № 13.