

УДК 621.43.001.42

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ СОВРЕМЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Бурцев А.Ю.¹, Банин Р.В.², Старунов А.В.², Малькова Е.В.³,
Барышников С.А.², Нейфельд А.Я.⁴

¹к.т.н., доцент, филиал КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, г. Белово;

²к.т.н., доцент, ЮУрГАУ, г. Челябинск;

³к.п.н., доцент, ЮУрГАУ, г. Челябинск;

⁴магистрант, ЮУрГАУ, г. Челябинск.

Аннотация: Контроль температуры вспышки моторного масла значительно помогает в диагностировании современных систем ДВС. Чтобы увеличить ресурс ДВС и избежать внезапных поломок, критически важно постоянно осуществлять мониторинг ключевых факторов, приводящих к износу. Эффективным инструментом такого контроля служит регулярный лабораторный анализ смазочного моторного масла, циркулирующего в системе. Эта процедура помогает диагностировать утечки других технических жидкостей и проникновение в моторное масло абразивных частиц, антифриза или горючего. Изучение даже малого объема пробы (как свежего, так и отработанного масла) дает ценную информацию о степени деградации самого моторного масла и о текущем состоянии узлов двигателя, причем без необходимости выведения его из эксплуатации.

Ключевые слова: контроль, двигатель, система смазки, моторное масло, непрозрачность, степень загрязненности, качество, анализ.

Abstract: Monitoring the flash point of engine oil significantly aids in diagnosing modern internal combustion engine systems. To extend the life of an internal combustion engine and avoid sudden breakdowns, it is critical to continuously monitor key wear factors. A regular laboratory analysis of the lubricating engine oil circulating in the system serves as an effective tool for such monitoring. This procedure helps diagnose leaks of other technical fluids and the penetration of abrasive particles, antifreeze, or fuel into the engine oil. Even a small sample (of both fresh and used oil) provides valuable information on the degree of degradation of the engine oil itself and the current condition of engine components, without the need to remove the engine from service.

Key words: control, engine, lubrication system, motor oil, opacity, degree of contamination, quality, analysis.

Актуальность вопроса. Как известно, моторное масло является очень важным компонентом обеспечения температурного, нагрузочного режимов автотракторного средства [1, 2, 3]. Оно собирает в себе продукты износа, смолы, отложения, воду, топливо и др. [4, 5]. Поэтому предлагается такое большое разнообразие приборных средств и методов контроля качества моторных масел [6, 7].

Довольно часто в практике оценки качества масел используется контроль температуры вспышки масел - это наиболее низкая температура масла, при которой в нем выделяются пары, которые вспыхивают, но не продолжают гореть [8, 9, 10]. При наличии в масле топлива, температура вспышки может заметно снижаться [11, 12]. Однако, в случае, когда процесс нагрева масла продолжается дальше, то фиксируется температура воспламенения масла [13, 14]. При достижении данной точки, смесь паров масла и воздуха может гореть пять или более секунд, после чего гаснет [15, 16]. Температура воспламенения совсем незначительно отличается от температуры вспышки [17, 18]. Сам по себе параметр - температура вспышки масла, не является отбраковочным, как правило существуют другие методы, позволяющие установить реальное техническое состояние масла [19, 20]. При этом устройства контроля температуры вспышки можно максимально приспособить под условия контроля на автотракторном средстве [21, 22]. Приборные средства для оценки температуры вспышки сегодня прошли значительную эволюцию [14, 15]. Из нагревателей с открытым пламенем, они превратились в автоматизированные устройства, позволяющие вести контроль масел в цифровом виде [16, 17]. Так, например, известны автоматические приборы: ТВЗ-ЛАБ (по Пенски-Мартенсу) или открытый тигель Кливленда [18, 19]. Как правило, оценочным параметром выступает точечная температура масла в момент появления паров, которые нагревают масло и способны воспламенить его [20, 21]. При достижении такой температуры, масло начинает подгорать и переходить в форму кокса, что быстро приводит к отказу двигателя [22, 23]. Кроме того, известны портативные ИК-анализаторы (ERASPEC OIL), которые позволяют определить степень загрязнения масла различными примесями, металлами и жидкостями [24, 25].

Цель работы: изучить методы и приборные средства для контроля температуры вспышки моторных масел.

Методы и материалы. Так, например, имеется прибор ТВЗ-ЛАБ-12, который представляет собой закрытое тигельное устройство (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид прибора ТВЗ-ЛАБ-12 для контроля температуры вспышки масла

Прибор ТВЗ-ЛАБ-12 (рисунок 1) позволяет оценивать температуру масел в диапазоне от 0 до 400 °С. В составе прибора имеется мешалка, позволяющая с частотой от 30 до 250 мин⁻¹ обеспечить равномерное размешивание пробы масла. Конструкция ТВЗ-ЛАБ-12 обеспечивает автоматизацию времени прогрева тигеля при варьировании скорости от 0,5 до 20 °С/мин.

Прибор ТВЗ-ЛАБ-12 (рисунок 1), реализует метод Пенски-Мартенса и представляет собой автоматизированное устройство. Его преимуществом является наличие следующих функций: имеется система поджига и поддержания пламени газовой горелки; реализованы газовый и электрический виды поджига; встроен высокоточный датчик контроля температуры Pt-100; смонтирован датчик давления; на измерительном модуле сделан цветной ЖК-дисплей высокого разрешения; имеется подключение к ПК по локальной сети (Ethernet); для удобства управления реализована сенсорная панель; имеется встроенный алгоритм самоконтроля и диагностики для обеспечения правильности работы основных элементов; измеренные контрольные данные можно переслать на флешку или внешний диск; встроен алгоритм реализации автоматизированного диагностирования масел; возможность дистанционного обновления встроенного ПО; установленные программы для анализа различных масел: наличие встроенной памяти для хранения полученных данных.

Процесс испытания состоит в следующем: перед проведением контроля масла, делается его контрольная проба из системы смазки автотракторного средства. Масло должно быть хорошо перемешано при работе ДВС. После чего запускается программа прибора ТВЗ-ЛАБ-12 и начинается рабочий режим испытания. Приборная автоматика обеспечивает заданный алгоритм нагрева масла без образования зон перегрева. Основные рабочие параметры процесса испытания фиксируются программой прибора. Как видно из рисунка 2, при достижении температуры вспышки, ее значение отображается на экране.

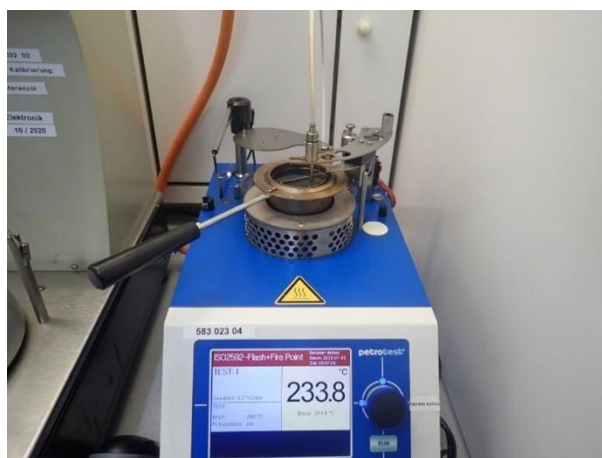


Рисунок 2 – Фиксация температуры вспышки на экране прибора

При этом, на рисунке 2 отображаются другие параметры процесса контроля масла. Все полученные данные в табличном виде можно транспортировать в Excel и построить графики зависимостей для последующего анализа.

В настоящее время, контрольный параметр - температура вспышки, является важной составляющей для масел. Часто по этому параметру подбирают возможность его использования в системе или двигателе нового исполнения. Запрещается использование масла в ДВС, если превышаете предел температуры вспышки. Иначе масло будет непрерывно подгорать, коксоваться и быстро стареть. Так, например, масла более стойкие к термовспышке (с температурой вспышки выше 79 °С) контролируют открытым способом. Масла с более низкой температурой вспышки проверяют закрытым способом (в закрытом тигле приборов по методу Абея-Пенского или Мартенса-Пенского).

Температура вспышки моторного масла, например, у двухтактных двигателей намного отличается от четырехтактных двигателей. Такие масла обычно сгорают вместе с топливом в камере сгорания. Температура вспышки масел у двухтактных ДВС в основном находится близко к 130 °С. Так, например, температура вспышки моторного масла ADDINOL SUPER 2T MZ 406 (для двухтактных двигателей) составляет >135 °С. Температура вспышки моторного масла четырехтактных ДВС значительно выше, чем у двухтактных. Так, например, моторное масло для легковых автомобилей ADDINOL SUPER LIGHT 0540 имеет температуру вспышки >235 °С.

Выводы: В настоящее время моторное масло все чаще используют в качестве индикатора технического состояния систем ДВС. Тигельные тесты являются важным историческим и практическим инструментом в арсенале химика-технолога, но их данные требуют осторожной интерпретации. Они полезны для решения узких задач контроля термоокислительной стабильности в простых системах, но не могут служить единственным или исчерпывающим критерием для прогнозирования поведения современных моторных масел в реальных условиях эксплуатации. Полученные результаты могут быть полезны большому числу специалистов в области сервиса автотракторных средств.

Список источников

1. Патент № 2474805 С1 Российская Федерация, МПК G01М 15/04. Способ диагностирования выпускного тракта поршневых двигателей внутреннего сгорания : № 2011139288/06 : заявл. 26.09.2011 : опубл. 10.02.2013 / С. С. Куков, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Челябинская государственная агроинженерная академия". – EDN XNXMZX.
2. Гриценко, А. В. Контроль расхода масла современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ / А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев, И. Х. Гималтдинов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : Научные труды Международной научно-

практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 137-144. – EDN CTLGOB.

3. Гриценко, А. В. Результаты экспериментальных исследований пропускной способности электромагнитных форсунок бензиновых двигателей внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2012. – № 5(56). – С. 40-42. – EDN RBJJSV.

4. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 113-118. – EDN PLTZPV.

5. Соловьев, Р. Ю. Методы и средства тестового диагностирования системы питания двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Технологические рекомендации : Технологические рекомендации / Р. Ю. Соловьев, А. В. Гриценко, С. С. Куков. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка Россельхозакадемии, 2013. – 40 с. – EDN VBZBHT.

6. Тестовые методы диагностирования систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей : Монография / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. В. Глемба [и др.] ; Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт Агроинженерии. – Челябинск : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – 210 с. – ISBN 978-5-88156-729-3. – EDN VYANWJ.

7. Гриценко, А. В. Способ диагностирования системы топливоподачи двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей / А. В. Гриценко, С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2011. – Т. 59. – С. 30-32. – EDN OZPFMD.

8. Plaksin, A. Modernization of the turbocharger lubrication system of an internal combustion engine / A. Plaksin, K. Glemba, A. Gritsenko // International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2015), Chelyabinsk, 22–23 октября 2015 года. – Chelyabinsk, 2015. – P. 857-862. – DOI 10.1016/j.proeng.2015.12.122. – EDN WUTXDR.

9. Гриценко, А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей) : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Гриценко Александр Владимирович. – Челябинск, 2014. – 40 с. – EDN ZPGZRB.

10. Gritsenko, A. V. Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control / A. V. Gritsenko, A. M. Plaksin, V. D. Shepelev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, Saint-Petersburg,

- 16–19 мая 2017 года. – Saint-Petersburg, 2017. – P. 611-616. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.10.525. – EDN ZRFHXR.
11. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем топливоподачи и смазки двигателей внутреннего сгорания / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, В. В. Волынкин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 7(125). – С. 53-58. – EDN QZDVGF.
12. Плаксин, А. М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 130-135. – EDN TCSNVV.
13. Гриценко, А. В. Диагностирование автомобильных генераторов по осциллограммам напряжения / А. В. Гриценко, С. С. Куков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 2. – С. 13-15. – EDN UWUPXT.
14. Результаты исследования выходных характеристик электрических насосов автомобилей при имитации сопротивления в нагнетательном топливопроводе / А. В. Гриценко, А. М. Плаксин, К. В. Глемба [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-5. – С. 991-995. – EDN SYEFIZ.
15. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2015. – № 1. – С. 40-44. – EDN TMPZVN.
16. Гриценко, А. В. Техничко-экономическая эффективность от внедрения модернизированной системы смазки турбокомпрессора / А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев // АПК России. – 2015. – Т. 72, № 2. – С. 39-45. – EDN TYHYQT.
17. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизелей тракторов / А. Ю. Бурцев, А. М. Плаксин, А. В. Гриценко // Достижения науки - агропромышленному производству: МАТЕРИАЛЫ LIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Челябинск, 29–31 января 2015 года / Под редакцией П.Г. Свечникова. Том II. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. – С. 27-33. – EDN TVGLST.
18. Гриценко, А. В. Комплексное диагностирование электрического бензонасоса системы топливоподачи / А. В. Гриценко, Д. Б. Власов, А. М. Плаксин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т. 4, № 5-4(25-4). – С. 239-243. – EDN XAYBJH..
19. Исследование помпажа путем совершенствования конструкции стенда для испытания сельскохозяйственных турбокомпрессоров / Т. И. Исинтаев, Б. К. Калиев, А. М. Плаксин [и др.] // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 4. – С. 642-648. – EDN VKNNEJ.
20. Гриценко, А. В. Контроль выбега ротора современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ / А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев, И. Х. Гималтдинов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова

- П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 128-136. – EDN KGQMKK.
21. Диагностирование электрических насосов по силе тока питания при сопротивлении в топливосистеме / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов, Д. Б. Власов // Евразийское Научное Объединение. – 2015. – Т. 1, № 11(11). – С. 16-18. – EDN VBYJXB.
22. The Role of Reverse Logistics in the Transition to a Circular Economy: Case Study of Automotive Spare Parts Logistics / I. Makarova, K. Shubenkova, P. Buyvol [et al.] // FME Transactions. – 2021. – Vol. 49, No. 1. – P. 173-185. – DOI 10.5937/FME2101173M. – EDN PXKYDE.
23. Forecasting the Passage Time of the Queue of Highly Automated Vehicles Based on Neural Networks in the Services of Cooperative Intelligent Transport Systems / V. Shepelev, S. Aliukov, S. Zhankaziev [et al.] // Mathematics. – 2022. – Vol. 10, No. 2. – P. 282. – DOI 10.3390/math10020282. – EDN RGEZLG.
24. Gritsenko, A. V. Diagnostics of the fuel supply system of auto ICEs by the test method / A. V. Gritsenko, V. D. Shepelev, I. V. Makarova // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. – 2021. – DOI 10.1016/j.jksues.2021.03.008. – EDN RXLLVJ.
25. Взаимосвязь показателей, определяющих уровень технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве / А. М. Плаксин, И. Ганиев, А. В. Гриценко, К. В. Глемба // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12(99). – С. 194-199. – EDN THAMWJ.