

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ ДВС

Федотов Е.С.

«Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Ключевые слова: система смазки, давление, аварийные моменты, разность давлений, режимы работы.

Аннотация. Система смазки двигателя предопределяет долговечность и надежность его работы и должна обеспечивать: подачу необходимого количества масла к трущимся поверхностям с целью уменьшения трения в парах трения, выноса продуктов износа из зоны трения соприкасающихся поверхностей, частичное охлаждение пары трения, антикоррозионную защиту трущихся и иных внутренних поверхностей, очистку масла от твердых частиц. В данной работе исследуются параметры работы системы смазки в условиях изменения гидравлического сопротивления фильтров. Проанализированы опасные режимы работы.

INVESTIGATION OF HYDRAULIC RESISTANCES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE OIL FILTERS

Fedotov E.S.

Kuban State Technological University, Krasnodar

Keywords: lubrication system, pressure, emergency moments, pressure difference, operating modes.

Abstract. The engine lubrication system determines the durability and reliability of its operation and must provide: the supply of the necessary amount of oil to the rubbing surfaces in order to reduce friction in the friction pairs, removal of wear products from the friction zone of the contacting surfaces, partial cooling of the friction pair, anti-corrosion protection of rubbing and other internal surfaces, oil cleaning from solid particles. In this paper, the parameters of the lubrication system operation under conditions of changes in the hydraulic resistance of filters are investigated. Dangerous modes of operation are analyzed.

Введение

Двигатель автомобиля представляет собой сложный агрегат, состоящий из множества деталей и узлов, часть их которых – трущиеся. Несмотря на то, что поверхности всех скользящих деталей при изготовлении тщательно обрабатываются, на них, тем не менее, остаются невидимые глазу шероховатости, из-за которых возрастает сила трения. Трение, в свою очередь, приводит к сильному нагреву и увеличенному износу деталей. Для предотвращения данного явления предназначена система смазки двигателя.

Необходимость смазки трущихся деталей объясняется тем, что между перемещающимися сопряженными поверхностями деталей механизма возникают силы трения, на преодоление которых затрачивается определенная

мощность. Если трущиеся поверхности покрыть масляной пленкой, то силы трения значительно снижаются, при этом уменьшается износ и нагрев трущихся деталей. Для повышения эффективности работы данной системы предусматриваются регламентирующие работы по техническому и обслуживанию и ремонту силовых установок [1].

Характеристика объектов и методов исследования

Масляный фильтр – это изделие предназначенное для очистки масла в системе смазки и для предотвращения возникновения аварийных моментов вызванных сильным загрязнением. Загрязнение масла в двигателе происходит непрерывно. Избыток загрязняющих примесей вызывает повышенный износ и преждевременный выход из строя смазываемых деталей – особенно в кривошипно-шатунной и цилиндропоршневой группах. Иными словами, от чистоты моторного масла зависят ресурс и надежность ДВС, а также его мощностные и экологические показатели. Загрязняющие примеси делятся на две основные группы: органические и неорганические, подобные загрязнения были рассмотрены ранее в публикациях [2, 3].

Органические образуются в результате неполного сгорания топлива, а также термического разложения, окисления и полимеризации масла и топлива. Свою лепту вносят реакции с участием соединений серы и воды.

Неорганические примеси – это банальная пыль, технологические загрязнения, внесенные при изготовлении или ремонте двигателя, частицы механического износа деталей, а также продукты отработавших зольных присадок.

Однако даже при интенсивном загрязнении масло не сразу ухудшает свои свойства. На первом этапе происходит простое накопление инородных веществ, лишь со временем вызывающих старение и необходимость замены масла. Вот почему так важно своевременно удалять загрязняющие примеси. Для этого и существует система очистки масла и ее главное звено – масляный фильтр [1, 4, 5].

Главными факторами, влияющими на время запаздывания поступления масла к парам трения в период пуска и прогрева холодного двигателя, являются вязкостно-температурные свойства моторных масел, так же особое влияние оказывают конструктивные особенности системы смазки двигателя: расположение каналов и агрегатов главной магистрали, конструкция масляного картера и маслоприемника, подача масляного насоса, конструкция масляных фильтров, схема подвода масла к парам трения [6].

Масло подается на смазку в строго определенных количествах. Недостаточная смазка приводит к преждевременному износу оборудования, а чрезмерная может привести к возгоранию и даже взрыву.

Нормы расхода масла указываются в техническом паспорте машины. Наиболее совершенной является централизованная система смазки под давлением, которая состоит из специального насоса, маслопроводов, фильтра и масляного холодильника.

Результаты исследования

Для получения результата характеристик и анализа рабочих параметров была собрана Лабораторная установка на базе модернизированного учебного стенда для обкатки двигателей КИ-5543 в паре с инжекторным двигателем ВАЗ 21083. Она представляет собой панель управления на лицевой стороне которой расположен пульт управления (рис. 1) с установленным в него указателями: температуры ОЖ, аналоговым указателем давления масла, амперметром, вольтметром. Так же на пульте управления расположены тумблеры отвечающие за включение/выключение зажигания и запуск установки. На корпусе пульта установлены дополнительные цифровые указатели показания давления масла. Для сравнения характеристик в систему были внедрены датчики давления масла до входа в масляный фильтр и после масляного фильтра. С обратной стороны панели располагаются электронный блок управления двигателем. Работа двигателя полностью имитирует работу ДВС на реальном автомобиле.

Лабораторная установка имеет диагностическое оборудование для измерения следующих показателей:

- частоты вращения коленчатого вала;
- температуры охлаждающей жидкости;
- часового расхода топлива;
- массового расхода воздуха;
- угол открытия дросельной заслонки.

Измерение показателей исследуемого двигателя производится при помощи прибора ДСТ-10, подключаемого к диагностическому разъему.

К двигателю через КПП присоединен стенд для обкатки двигателей, тормозной. Стенд КИ-5543-ГосНИТИ используется для обкатки автомобильных двигателей. В состав стенда входят: привод-тормоз с трехфазной балансирной ЭМ и динамометром для измерения крутящего момента, жидкостной реостат для управления ЭМ, шкаф электрический и управления, две литые плиты с пазами под болты крепления стоек для установки любого двигателя, вал карданный соединения двигателя с валом ЭМ, устройство измерения расхода топлива. Стенд позволяет плавно трогать и регулировать обороты двигателя при холодной обкатке от 650 до 1450об/мин и тормозную мощность при горячей обкатке при оборотах 800 до 3000об/мин. При холодной обкатке ЭМ работает в режиме двигателя (55кВт), горячей – в режиме генератора (125кВт/170л.с.) с рекуперацией энергии в сеть. При обкатке контролируются: момент сопротивления прокручиванию двигателя при холодной обкатке, момент торможения при горячей, частота оборотов двигателя, давление масла, температура ОЖ.



Рис. 1. Пульт управления лабораторной установкой

Испытания были произведены с фильтрами разной степени загрязненности и разных оборотах коленчатого вала. Во время проведения опытов были взяты максимально приближенные режимы работы двигателя к повседневным, т.е. замеры были произведены при 800, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 об/мин. Тем самым удалось зафиксировать на каких режимах работы наиболее критичен фактор загрязнения масляного фильтра, теоретические аспекты были освещены в публикациях [7-9].

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 1 и в графическом виде на рисунках 2 и 3.

Табл. 1. Значения изменения давления в системе смазки в зависимости от степени загрязненности масляного фильтра

Частота n , об/мин	Давление в системе смазки до фильтра (чистый фильтр) P , МПа	Давление в системе смазки после фильтра (чистый фильтр) P , МПа	Давление в системе смазки до фильтра (грязный фильтр) P , МПа	Давление в системе смазки после фильтра (грязный фильтр) P , МПа
800	0,9	0,9	1,2	0,8
1000	1,1	1,0	1,6	0,8
1500	1,7	1,5	2,4	1,3
2000	2,3	1,9	3,0	1,7
2500	2,9	2,4	3,2	1,7
3000	3,0	2,4	3,4	1,9

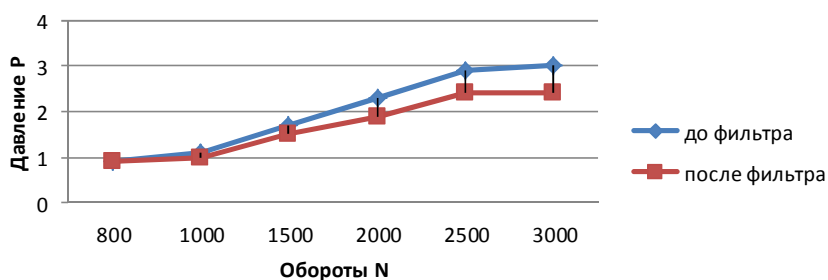


Рис. 2. Зависимость изменения давления масла от оборотов коленчатого вала для чистого фильтра

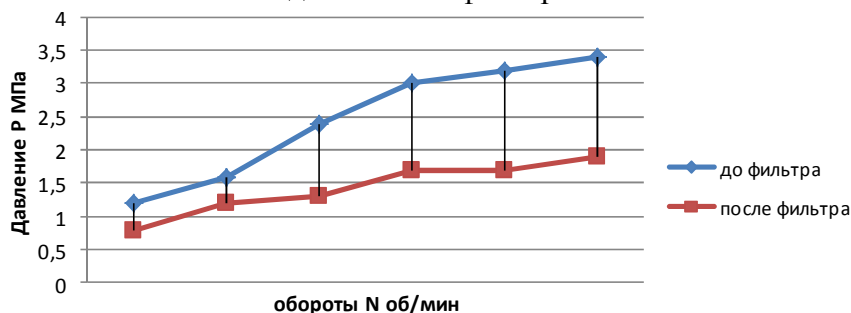


Рис. 3. Зависимость изменения давления масла от оборотов коленчатого вала для фильтра с наработкой 300 ч

В ходе проведения исследования было выявлено сильное падение давления в системе смазки при использовании фильтра с наработкой в 300ч. Давление значительно отличается от давления на чистом масляном фильтре. По данным параметрам можно сделать вывод, что система смазки будет испытывать значительные нагрузки, которые могут привести к возникновению аварийных моментов, подобные варианты моментов были рассмотрены в источниках [10-12]. При низких оборотах коленчатого вала наблюдается существенное падение давления масла при загрязненном фильтре в системе после фильтрующего элемента, эксплуатация двигателя на таких режимах может привести к быстрому износу деталей и скоротечному выходу из строя двигателя.

Выводы

Анализ показал, что повышение надежности ДВС напрямую связано со многими факторами, такими как: качество проектирования, качество изготовления, качество обслуживания и режимами эксплуатации. На каждом этапе проектирования, изготовления и эксплуатации, велика вероятность появления отказов и дефектов. Во избежание поломок и преждевременного выхода из строя, на сегодняшний день предусмотрено огромное количество средств технического диагностирования и контроля параметров работы ДВС. Опытным путем установлено изменение давления от степени загрязненности масляного фильтра. Для решения поставленной проблемы можно прибегнуть к использованию метода стабилизации давления путем управления параметрами системы смазки описанными в источниках [13,14].

Список литературы

1. Шевцов Ю.Д. Определение периодичности технического обслуживания двигателей внутреннего сгорания по значению параметров систем смазки / Ю.Д. Шевцов, Ю.А. Кабанков, Е.С. Федотов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2014. № S6. С. 348-353.
2. Зубков И.А. Исследование эффективности работы центробежного фильтра для очистки моторного масла / И.А. Зубков, М.А. Чибышев // Электронный сборник «Научные труды студентов Ижевской ГСХА». 2019. С. 585-590.
3. Толмачев Д.И. Методы и технические средства контроля состояния и восстановления работоспособности моторных масел в условиях эксплуатации / Д.И. Толмачев, Н.В. Голубенко // Механики XXI века. 2016. № 15. С. 404-408.
4. Королев А.Е. Трение и износ двигателей при обкатке // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2020. № 9. С. 7-10.
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2017617814. Программа вычисления расхода смазочного масла в резервных источниках электроснабжения специальных комплексов за счет управления техническим состоянием системы смазки двигателя / Р.Н. Аитов, Д.Р. Абсалямов, И.Р. Резаев, Е.В. Калмыков, А.В. Генералов – Заявка №2017615173 от 22.05.2017; зарег. 12.07.2017.
6. Ахметзянов, И.Р. Определение диагностических параметров для метода диагностики по переходным функциям // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4 (42). С. 69-73.
7. Овчаренко С.М. Расчет параметров работы центробежного фильтра масляной системы дизеля / С.М. Овчаренко, И.Н. Денисов, В.А. Минаков // Известия Транссиба. 2015. №2(22). С. 33-39.

8. Атрощенко В.А. К вопросу использования динамических характеристик фильтра для диагностики и прогнозирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, Ю.А. Кабанков // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского: материалы V Международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во ООО "Издательский Дом - Юг", 2015. С. 297-300.
9. Мухарьямов М.В. Увеличение ресурса работы масляных фильтров // материалы XXXVIII Международной научно-практической студенческой конференции "НИРС - первая ступень в науку". Ярославль: Ярославская ГСХА, 2015. С. 18-22.
10. Шевцов Ю.Д. Определение опасных режимов работы силовых агрегатов по параметрам системы смазки / Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, П.А. Поляков, А.В. Воленко // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Краснодар: КубГТУ, 2018. С. 734-737.
11. Шевцов Ю.Д. Разработка способа повышения надежности ДВС путем контроля и управления гидравлическими параметрами системы смазки / Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, П.А. Поляков, Д.В. Кроква // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Краснодар: КубГТУ, 2018. С. 728-733.
12. Шевцов Ю.Д. Исследование, оценка и выбор параметров технического состояния двигателей при их контроле и прогнозировании / Ю.Д. Шевцов, В.А. Атрощенко, Л.Н. Дудник, Д.А. Горохов, Е.С. Федотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1057-1076.
13. Федотов Е.С. Влияние степени загрязнения масляного фильтра на параметры работы системы смазки / Е.С. Федотов, Ю.Д. Шевцов, П.А. Поляков, Р.С. Тагиев, Ф.А. Дзюба // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: КубГТУ, 2019. С. 784-792.
14. Шевцов Ю.Д. Предотвращение аварийных ситуаций на ДВС путем управления параметрами его работы / Ю.Д. Шевцов, Ю.А. Кабанков, Е.С. Федотов, А.Б. Фурсина // VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Краснодар: КВВАУЛ им. А.К. Серова, 2016. С. 234-237.

References

1. Shevtsov Yu.D. Determination of the frequency of maintenance of internal combustion engines by the value of parameters of lubrication systems / Yu.D. Shevtsov, Yu.A. Kabankov, E.S. Fedotov // Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubSTU". 2014. No. S6. P. 348-353.
2. Zubkov I.A. Investigation of the efficiency of a centrifugal filter for cleaning engine oil / I.A. Zubkov, M.A. Chibyshev // Electronic collection "Scientific works of students of Izhevsk State Agricultural Academy". 2019. P. 585-590.
3. Tolmachev D.I. Methods and technical means of monitoring the condition and restoring the operability of motor oils under operating conditions. D.I. Tolmachev, N.V. Golubenko // Mechanics of the XXI century. 2016. No. 15. P. 404-408.
4. Korolev A.E. Friction and wear of engines during running-in / A.E. Korolev // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2020. No. 9. P. 7-10.
5. Certificate of registration of the computer program No. 2017617814. Program for calculating the consumption of lubricating oil in backup power supply sources of special complexes by controlling the technical condition of the engine lubrication system / R.N. Aitov, D.R. Absalyamov, I.R. Rezaev, E.V. Kalmykov, A.V. Generalov – Application No. 2017615173 dated 05.22.2017; reg. 12.07.2017.

6. Akhmetzyanov I.R. Determination of diagnostic parameters for the diagnostic method for transient functions // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2016. Vol. 11. No. 4 (42). P. 69-73.
7. Ovcharenko S.M. Calculation of the parameters of the centrifugal filter of the diesel oil system / S.M. Ovcharenko, I.N. Denisov, V.A. Minakov // News of Transsib. 2015. No. 2 (22). P. 33-39.
8. Atroschenko V.A. On the use of dynamic characteristics of the filter for diagnostics and forecasting of the technical condition of the internal combustion engine / V.A. Atroschenko, Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, Yu.A. Kabankov // Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: materials of the V International Scientific and Practical Conference. Krasnodar: Publishing House: LLC "Publishing House - Yug", 2015. P. 297-300.
9. Mukharyamov M.V. Increasing the service life of oil filters // Materials of the XXXVIII International Scientific and Practical Student Conference "Research and Development - the first step in science". Yaroslavl: Yaroslavl State Agricultural Academy, 2015. P. 18-22.
10. Shevtsov Yu.D. Determination of dangerous operating modes of power units according to the parameters of the lubrication system / Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, P.A. Polyakov, A.V. Volenko // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Technological University. Krasnodar: KubSTU, 2018. P. 734-737.
11. Shevtsov Yu.D. Development of a method for improving the reliability of the internal combustion engine by monitoring and controlling the hydraulic parameters of the lubrication system / Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, P.A. Polyakov, D.V. Krokva // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Technological University. Krasnodar: KubSTU, 2018. P. 728-733.
12. Shevtsov Yu.D. Research, evaluation and selection of parameters of the technical condition of engines during their control and forecasting / Yu.D. Shevtsov, V.A. Atroschenko, L.N. Dudnik, D.A. Gorokhov, E.S. Fedotov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. No. 104. P. 1057-1076.
13. Fedotov E.S. The influence of the degree of contamination of the oil filter on the parameters of the lubrication system / E.S. Fedotov, Y.D. Shevtsov, P.A. Polyakov, R.S. Tagiev, F.A. Dzyuba // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference Krasnodar: KubSTU, 2019. P. 784-792.
14. Shevtsov, Yu.D. Prevention of emergency situations on the internal combustion engine by controlling the parameters of its operation / Yu.D. Shevtsov, Yu.A. Kabankov, E.S. Fedotov, A.B. Fursina // VI International Scientific and Practical Conference of young scientists dedicated to the 55th anniversary of Yuri Gagarin's flight into space. Krasnodar: KVVAUL named after A.K. Serov. 2016. P. 234-237.

Сведения об авторах:

Information about authors:

<p>Федотов Евгений Сергеевич – старший преподаватель, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, avtoru2009@mail.ru</p>	<p>Fedotov Evgeny Sergeevich – senior lecturer, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, avtoru2009@mail.ru</p>
---	--

Получена 30.09.2021