

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ СМАЗКИ ДВС

Федотов Е.С., Шевцов Ю.Д., Поляков П.А., Стародуб М.В.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Ключевые слова: система смазки, датчики давления, масляный фильтр, масляный насос, двигатель, вязкость масла.

Аннотация. Проблемы, возникающие в работе системы смазки, как правило, связаны с нестабильностью и непостоянностью давления в масляной магистрали. На различных режимах работы и в зависимости от состояния ДВС, вязкости масла возникает необходимость стабилизации давления. Влияние низких физико-температурных характеристик особо сказывается на износе и ресурсе ДВС в целом. В данной работе приведен анализ возникновения аварийных ситуаций в масляной системе ДВС. Рассмотрен один из способов стабилизации давления в системе смазки, а так же представлена структурная схема управления системой смазки ДВС.

BLOCK DIAGRAM OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE LUBRICATION SYSTEM CONTROL

Fedotov E.S., Shevtsov Yu.D., Polyakov P.A., Starodub M.V.

Kuban State Technological University, Krasnodar

Keywords: lubrication system, pressure sensors, oil filter, oil pump, engine, oil viscosity.

Abstract. Problems arising in the operation of the lubrication system, as a rule, are associated with instability and inconsistency of pressure in the oil line. At various operating modes and depending on the state of the internal combustion engine, oil viscosity, it becomes necessary to stabilize the pressure. The influence of low physical and temperature characteristics has a particular effect on the wear and service life of the internal combustion engine as a whole. This paper analyzes the occurrence of emergency situations in the oil system of an internal combustion engine. One of the ways to stabilize the pressure in the lubrication system is considered, as well as a structural diagram of the control of the internal combustion engine lubrication system.

Введение

Проблемы, возникающие в системах смазки различных двигателей, тесно связаны с особенностями тепловых процессов в смазочных моторных маслах. Один из главных негативных процессов - это процесс осадкообразования в масляных каналах, форсунках и фильтрах. Из-за осадкообразования понижается плановый и расчётный ресурс двигателей. Кроме того, в результате эксплуатации меняются физико-химические характеристики масел, в результате чего происходит изменение характеристик вязкости и смазывающих свойств моторных масел [1]. Происходят аварийные ситуации, выход из строя всей масляной системы и всего двигателя в целом. Поэтому вопросы борьбы со стабильностью работы в зависимости от условий эксплуатации и состояния системы в целом являются актуальными и необходимыми. В данной работе рассмотрена структурная схема управления системой смазки поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Анализ моментов возникновения аварийных ситуаций в системе смазки ДВС

Существует множество аварийных ситуаций в системе смазки двигателя. Основными неисправностями являются:

1. Давление масла превышает допустимое значение при нормальной работе двигателя
2. Повышенное давление масла при работе двигателя на холостом ходу и на средней частоте вращения коленчатого вала
3. Низкое давление масла при нормальном его расходе
4. Недостаточное давление масла при работе двигателя на холостом ходу

В современных двигателях применяют две схемы очистки масла: полнопоточную и комбинированную. Наиболее распространена полнопоточная схема, когда масло многократно проходит по кругу «масляный насос – фильтр – пары трения – картер».

Главными факторами, влияющими на время запаздывания поступления масла к парам трения в период пуска и прогрева холодного двигателя, являются вязкостно-температурные свойства моторного масла и 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 [2,4].

Температуры подшипников двигателя и стенок масляных полостей, омываемых маслом, порой превышает 300°C. Температура втулки контактно-кольцевого уплотнения коренных подшипников достигает 325°C, температура стакана роликоподшипников турбины высокого и низкого давления после останова двигателя повышается до 340°C, а температура воздушно-масляной эмульсии в картерной полости двигателя - до 187°C. Температура масла на выходе из двигателя достигает (165-221)°C.

В ходе работы ДВС моторное масло прогревается до различных температур, особенно в пограничных слоях на внутренних деталях, в маслоподающих и маслоотводящих каналах под различными давлениями в условиях вынужденной и естественной конвекциях. Можно отметить, что моторное масло в таких условиях находится в режимах: до начала кипения, в начальной стадии кипения (с образованием паровых пузырей), в развитой стадии кипения (с образованием тепловых свилей), в стадии критического кипения (с образованием сухих пятен, с максимальным испарением, с образованием паровой подушки и постепенным исчезновением паровых свилей). Практически при любых давлениях на нагретых до температуры 100°C и более металлических деталях при контакте с маслом будет происходить негативный процесс осадкообразования, как при вынужденной, так и при естественной конвекции применяемого масла. При различных термодинамических состояниях меняются теплофизические и другие свойства моторных масел, включая свойства к окислению масла с образованием осадков [1,2].

Высокая температура внутренних деталей поршневых ДВС является главным источником возникновения негативных процессов, связанных с нагарообразованием, лакообразованием и осадкообразованием. Особо

необходимо отметить маслоподводящие и маслоотводящие каналы в стенках корпусов ДВС, в поршнях, в шатунах, в коленвалах. Процесс осадкообразования в них очень опасен. При частичном закупоривании хотя бы одного маслоподводящего (маслоотводящего) канала будут возникать большие проблемы со смазкой деталей, что неизбежно приведёт к ускоренному выходу из строя всего поршневого ДВС. Полное закупоривание хотя бы одного маслоподводящего (маслоотводящего) канала – выведет из строя ДВС уже через несколько минут работы с необходимостью их дальнейшего заводского ремонта. Частичное закупоривание форсунки масляного охлаждения поршня приведёт к нерасчётной подаче масла на внутреннюю часть горячего поршня, т.е. будет нарушен расчётный процесс его охлаждения, что негативно скажется и на других процессах в ДВС.

Наиболее совершенной является централизованная система смазки под давлением, которая состоит из специального насоса, маслопроводов, фильтра и масляного холодильника.

Чтобы уменьшить избыточное давление в системе смазки, можно прибегнуть к внедрению дополнительного канала управления силовым агрегатом, с учетом полученной информации с датчиков давления масла [7,8,11]. Но следует учесть, что давление масла в магистрали может упасть ниже критических значений, что может привести к ускоренному износу ДВС, а также к аварийному состоянию [9]. При этом необходимо контролировать давление в системе смазки и при необходимости подавать управляющий сигнал на регулятор давления системы смазки (соленоид) для увеличения давления (рис. 1). Вводя в систему более мощный масляный насос необходимо учитывать тот факт, что время срабатывания и нагнетания давления, может занять значительное время, которое может сказаться негативно на компенсации давления [12,13].

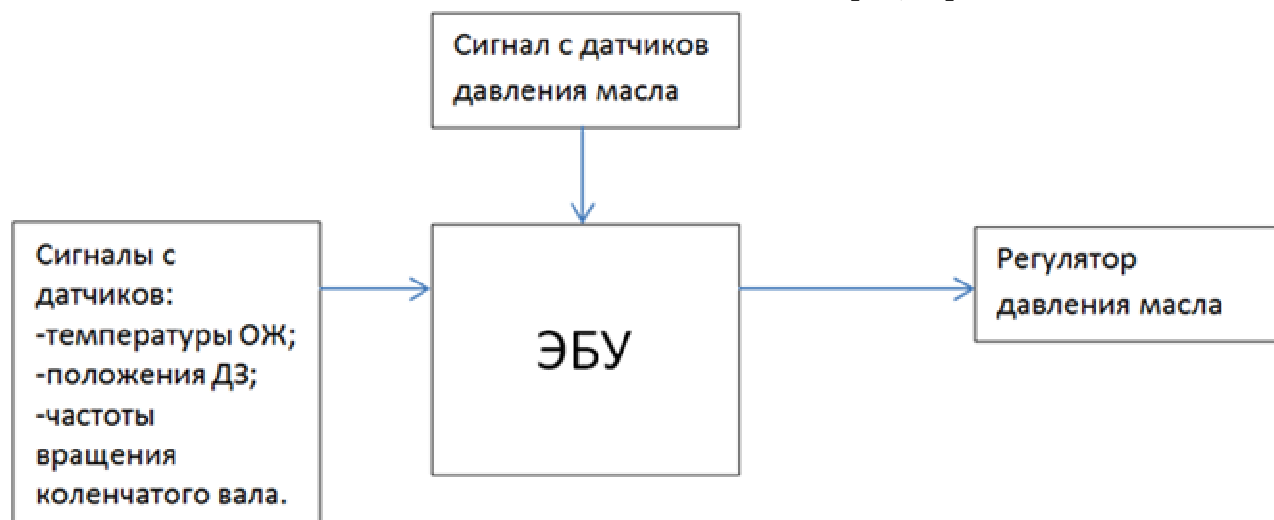


Рис. 1. Структурная схема управления системой смазки ДВС

Способ стабилизации давления в системе смазки ДВС

По мере загрязнения фильтра в процессе эксплуатации двигателя, как было отмечено ранее, соотношение размеров фильтрующих ячеек (пор) и загрязняющих примесей будет меняться [2,3]. Следовательно, будет изменяться и закон фильтрования, описывающий динамику изменения гидравлических параметров фильтра [5]. Поэтому предлагается, введение дополнительного

канала в ЭБУ двигателя на управление работой регулятора давления масла в системе одновременно с увеличением производительности масляного насоса. При нормальной работе двигателя, данный клапан перепускает масло по специально отведенному каналу в картер ДВС, а при возникновении аварийных моментов регулятор давления с шаговым электродвигателем, перекрывает частично или полностью дросселирование масла в картер двигателя [6,14].

Управляющую систему можно ввести в общую систему диагностики и контроля, получив в результате дополнительные контуры управления (рис. 2) по частоте вращения и давлению в масляной системе [7,8]. Причем резонансные пики амплитуд колебания давления могут возникать как в виде повышения и понижения давления. Одним из элементов сглаживающих данные колебания является масляный фильтр [4]. За счет дросселирования масла через соты фильтра достигается частичная стабилизация работы. При превышении давления или чрезмерной загрязненности фильтра, открывается редукционный клапан, за счет чего происходит перепуск неочищенного масла в масляную магистраль, тем самым появляется возможность избежать возникновения аварийной ситуации [7,8]. В случае падения давления, регулятор давления масла повышает давление за счет работы более производительного насоса.

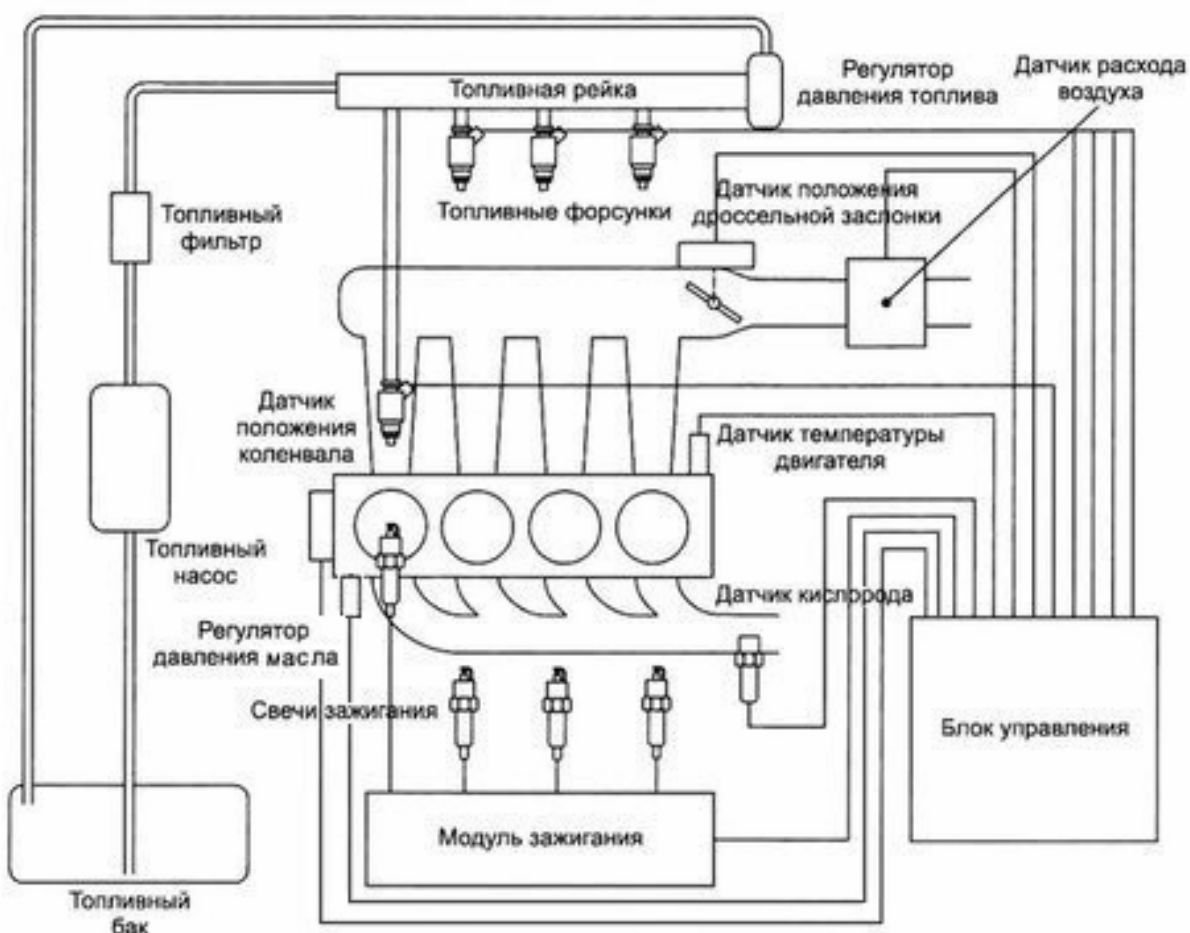


Рис. 2. Модернизированная схема электронной системы управления двигателем

Таким образом, реализация предложенных мер позволит снизить вероятность возникновения опасных режимов работы ДВС, что в последствии приведет к повышению надежности и увеличению ресурса, тем самым снизив затраты на ремонт и простой.

Выводы

Во избежание поломок и преждевременного выхода из строя, на сегодняшний день предусмотрено огромное количество средств технического диагностирования и контроля параметров работы ДВС, но мало методов рассмотрено по поводу повышения надежности ДВС. В данной работе была рассмотрена структурная схема управления работой системой смазки для стабилизации ее рабочих параметров.

Список литературы

1. Стародуб М.В., Ясьян Ю.П., Пуртов П.А., Аристович Ю. Технология нефти. Подготовка нефти к переработке. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2011. – 119с.
2. Атрощенко В.А., Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Кабанков Ю.А. К вопросу использования динамических характеристик фильтра для диагностики и прогнозирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. 2015. С. 297-300.
3. Федотов Е.С., Шевцов Ю.Д., Поляков П.А., Тагиев Р.С., Дзюба Ф.А. Влияние степени загрязнения масляного фильтра на параметры работы системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. С. 784-792.
4. Шевцов Ю.Д., Атрощенко В.А., Дудник Л.Н., Горохов Д.А., Федотов Е.С. Исследование, оценка и выбор параметров технического состояния двигателей при их контроле и прогнозировании // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1057-1076.
5. Шевцов Ю.Д., Кабанков Ю.А., Федотов Е.С. Определение периодичности технического обслуживания двигателей внутреннего сгорания по значению параметров систем смазки // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2014. № S6. С.348-353.
6. Шевцов Ю.Д., Кабанков Ю.А., Федотов Е.С., Фурсина А.Б. Предотвращение аварийных ситуаций на ДВС путем управления параметрами его работы // VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. 2016. С. 234-237.
7. Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Поляков П.А., Воленко А.В. Определение опасных режимов работы силовых агрегатов по параметрам системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". 2018. С. 734-737.
8. Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Поляков П.А., Кроква Д.В. Разработка способа повышения надежности ДВС путем контроля и управления гидравлическими параметрами системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". 2018. С. 728-733.
9. Федотов Е.С., Тагиев Р.С., Харьков С.В., Москаленко М.Б. К вопросу влияния нагрузочных режимов работы двигателя на стабильность работы системы смазки // Фундаментальные основы механики. 2020. № 5. С. 31-35.
10. Федотов Е.С., Шевцов Ю.Д., Литвинов А.Е., Голиков А.А. Влияние давления масла в системе смазки двигателя на потери на трение // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 5. С. 100-105.
11. Федотов Е.С., Тагиев Р.С., Литвинов А.Е., Голиков А.А. Метод оценки опасных режимов работы системы смазки // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 5. С. 106-109.

12. Федотов Е.С., Вольченко Н.А., Шевцов Ю.Д., Поляков П.А., Тагиев Р.С. Влияния различных нагрузочных режимов на стабильность работы системы смазки двигателя // Механика, оборудование, материалы и технологии электронный: сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. С. 764-772.
13. Федотов Е.С., Поляков П.А., Шевцов Ю.Д., Тагиев Р.С. Способ повышения надежности и ресурса ДВС // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2020. С. 497-501.
14. Патент №180157 РФ. Стенд системы управления инжекторным двигателем / Шевцов Ю.Д., Дудник Л.Н., Федотов Е.С., Фадеев Е.Д. – Оpubл. 05.06.2018, Бюл. №16.

Сведения об авторах:

Федотов Евгений Сергеевич – старший преподаватель кафедры АиМ, КубГТУ, г.Краснодар;

Шевцов Юрий Дмитриевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры АиМ, КубГТУ, г. Краснодар;

Поляков Павел Александрович – к.т.н., доцент кафедры АиМ, КубГТУ, г.Краснодар;

Стародуб Марина Владимировна – ассистент кафедры ТНиГ, КубГТУ, г.Краснодар.