

Современные электронные системы, обеспечивающие экологические показатели дизеля

Бояренко А.Г.

*Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (военный институт),
boyarenok1974@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом, описаны токсичные компоненты отработавших газов (ОГ) дизелей и электронные системы управления, позволяющие их снизить.

Ключевые слова: электронные системы управления, электрический фильтр, отработавшие газы.

Проблема загрязнения окружающей среды давно перешагнула границы отдельных государств и даже целых континентов, приобрела международный характер и стала общей для всех стран мира. Основным источником загрязнения являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). В качестве силовых установок в мире находится сотни миллионов ДВС, которые потребляют для сжигания топлива более 1 млрд т кислорода, выбрасывая в атмосферу сотни тонн токсичных компонентов, вредных для здоровья человека. В настоящее время ДВС вырабатывают более 85% энергии, потребляемой на Земле, и одним из основных источников загрязнения окружающей среды являются отработавшие газы (ОГ) автомобильных двигателей [1 – 5].

В настоящее время все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Отечественные и зарубежные автомобилестроители применяют дизели не только на грузовых автомобилях, автобусах, но и на малотоннажных грузовых и легковых автомобилях. Это объясняется тем, что дизели работают на сравнительно дешевом топливе, имеют лучшую топливную экономичность. Однако проблема выброса вредных компонентов ОГ дизелями на сегодняшний день является важной задачей [6].

При сгорании 1 кг дизельного топлива ОГ в атмосферу выбрасывается около 80 – 100 г токсичных компонентов: 20 – 30 г монооксида углерода, 20 – 40 г оксидов азота, 4 – 10 г углеводородов, 10 – 30 г оксидов серы, 0,8 – 1 г альдегидов, 3 – 5 г сажи и др. Значительное количество тяжелых канцерогенных ароматических углеводородов адсорбируется на твердых частицах (саже). Известно, что концентрация бензпирена на сажевых частицах в 3 – 4 раза выше, чем в потоке газа [1].

Образование сажи представляет собой процесс термического разложения (пиролиза) углеводородов в газовой (паровой) фазе в условиях сильного недостатка кислорода. Схема пиролиза может быть выражена уравнением:



где: C_nH_m – углеводород.

Процесс образования сажи может быть разделен на три фазы:

- образование зародышей;
- рост зародышей;
- коагуляция первичных сажевых частиц (столкновение двух частиц, которые затем «слипаются» друг с другом с образованием общей внешней оболочки).

Конечный результат всех этих процессов – сажевыделение [7].

Выбрасываемые дизелями ОГ представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и твердых дисперсных частиц. При работе дизеля визуально виден дым различной окраски, вызванный ОГ, в состав которых входят сажа, механические частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, несгоревшие пары и капли топлива, масла и другие аэрозоли [1 – 5].

В связи с канцерогенным и мутагенным действием твердых частиц, выбрасываемых с ОГ, в 2012 г. Всемирная организация здравоохранения предложила запретить использование автомобилей с дизельными двигателями в городах Европы [8].

За последние годы конструкция дизелей достигла существенных результатов по экологическим показателям, что позволяет выполнять крайне строгие, постоянно ужесточаемые нормативы, особенно по окиси азота (NO_x) и твердым частицам (ТЧ), в частности дымность отработавших газов снизилась в 1,3 – 1,5 раза и токсичность на 20 – 30 %.

Но все же этого недостаточно, и на сегодняшний день ясно, что разработка новых экологически чистых и одновременно экономичных дизелей требует глубоких и длительных исследований, предполагается появление первых образцов таких двигателей через 10 – 15 лет [9].

Основные решения по разработке экологически чистого дизеля направлены на конструктивные изменения рабочего процесса и очистку отработавших газов в выпускной системе. Эффективное воздействие на рабочий процесс дизеля стало возможным при использовании электронной системы управления (ЭСУ), которая позволяет согласовать работу систем топливоподачи, воздухообеспечения, газораспределения.

Использование ЭСУ дизельными двигателями позволяет снизить токсичность отработавших газов, уменьшить дымность, шум, стабилизировать работу двигателя на холостом ходу. ЭСУ выполняет функции управления количеством впрыскиваемого топлива, моментом начала впрыска, частотой вращения коленчатого вала на холостом ходу, работой свечей накаливания.

По схемотехническому решению эти системы делятся на три типа: аналоговые системы, состоящие в основном из операционных усилителей; цифровые регуляторы, построенные на элементах средней степени интеграции; микропроцессорные системы.

Аналоговым системам, несмотря на их простоту, присущи следующие недостатки: зависимость качества регулирования от точности изготовления применяемых элементов (резисторов, конденсаторов и др.); зависимость электрических параметров элементов от внешних факторов; невозможность выполнения системой функций, не предусмотренных при проектировании.

Цифровые регуляторы позволяют в основном избавиться от этих недостатков, поскольку их точность определяется только выбранной разрядностью и не зависит от влияния внешней среды и времени эксплуатации. Однако это весьма сложные в конструктивном отношении системы, состоящие из значительного числа микросхем, и их надежность при использовании на автомобиле невысока. Такие системы также не могут перенастраиваться на другой режим эксплуатации либо на другой тип дизеля.

Для автоматического управления автомобильным дизельным двигателем необходима система, осуществляющая не только комплексную автоматизацию двигателя (объединение функций систем топливоподачи, защиты и рециркуляции в одном блоке), но также обеспечивающая эффективную работу дизеля в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов при допустимом уровне токсичности отработавших газов. Поэтому аналоговые и цифровые системы находят применение на двигателях, работающих в стационарных условиях, например на дизель-генераторных установках, судах и тепловозах.

На автомобильных дизелях находит все более широкое применение микропроцессорная система управления (рисунок 1).

Она включает в себя:

- микропроцессор (МП), осуществляющий все арифметические операции и общее управление устройствами;
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) для хранения промежуточных результатов вычислений;
- постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) для хранения программ управления всей системы в целом;
- датчики для сбора информации о работе двигателя.

К датчикам относятся датчик частоты вращения коленчатого вала n , датчик положение рейки ТНВД $h_{\text{рейки}}$, датчик положение педали подачи топлива $\psi_{\text{педаль}}$. По сигналу этих датчиков определяется предварительное значение управляющего воздействия на исполнительный

механизм.

Для более точного регулирования подачи топлива необходимы данные, в каких условиях работает двигатель. Эти данные контролируют датчик температуры топлива $T_{\text{топлива}}$, датчик температуры всасываемого воздуха $T_{\text{воздуха}}$ и датчик атмосферного давления $P_{\text{атм.}}$. Сигналы от этих датчиков позволяют корректировать необходимую дозу впрыскиваемого топлива.

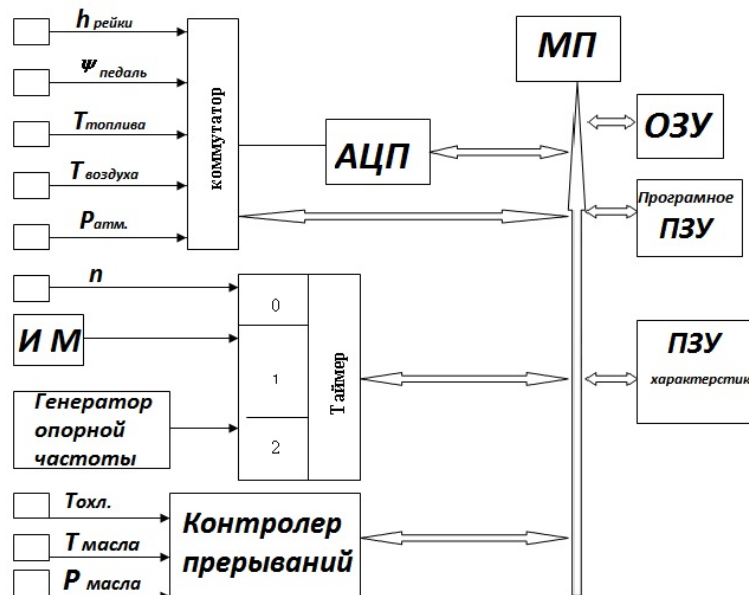


Рисунок 1. Структурная схема микропроцессорной системы управления дизелем

Для того чтобы избежать статических ошибок, управление в системе производится по пропорционально-интегрально-дифференциальному закону. Интегральная составляющая закона формируется в виде суммы всех управляющих воздействий, предшествующих рассчитываемому в данный момент. Дифференциальная составляющая формируется в виде приращений регулируемого параметра за единицу времени, поэтому в систему включен таймер, который выдает сигналы отметок времени на контроллер прерываний, который в свою очередь приостанавливает работу основной программы управления для замера приращения регулируемого параметра через равные промежутки времени.

Аварийные датчики подключены к контроллеру прерываний, и в случае превышения одного из параметров предельно допустимого значения запускается программа автоматической защиты двигателя. В случае достижения температуры охлаждающей жидкости свыше 100°C включается аварийная сигнализация, частота вращения коленчатого вала снижается до холостого хода, при снижении давления масла включается аварийная сигнализация, двигатель останавливается.

Использование ЭСУ позволит управлять цикловой подачей топлива, углом опережения подачи топлива, давлением впрыскивания, параметрами наддувочного воздуха, фазами газораспределения, рециркуляцией отработавших газов. Таким образом, управление параметрами обеспечивающее улучшение качества рабочего процесса в широком диапазоне, позволило значительно снизить выброс отработавшими газами токсичных компонентов, снизить шум и расход топлива дизеля.

В связи с ужесточением международного законодательства (Правила ООН) по выбросу вредных веществ автотранспортными средствами использования ЭСУ топливной система оказалось не достаточным и для снижения токсичности ОГ дизелей потребовалось использовать в выпускной системе дополнительных технических средств, обеспечивающих физико-химическую очистку отработавших газов. К этому направлению относится применение нейтрализаторов и фильтров различной конструкции.

Одним из способов очистки ОГ в выпускной системе является использование электрических фильтров (ЭФ) (рисунок 2). Электрическая очистка ОГ основана на способности ТЧ,

находящихся в газе, приобретать заряд под действием электрического поля и затем притягиваться. В газе всегда имеется небольшое количество ионов и свободных электронов, которые под действием электрического поля устремляются к соответствующим электродам. В процессе прохождения через ЭФ отрицательные ионы сажегазовой смеси заряжают встречающиеся на их пути частицы сажи, которые начинают двигаться к осадительным электродам и осаждаются на них. ЭФ обычно питают постоянным пульсирующим током напряжением 35 – 50 тысяч вольт. С уменьшением скорости сажегазовой смеси и увеличением времени пребывания сажи в электрофильтре степень улавливания сажи увеличивается. Скорость сажегазовой смеси в электрофильтре, в расчете на его активное сечение, не должна превышать 0,5 м/сек. ЭФ способны улавливать частицы размером 0,2 мк на 99,8%, а степень улавливания частицы размером 0,04 – 0,06 мк составляет около 95% [9].

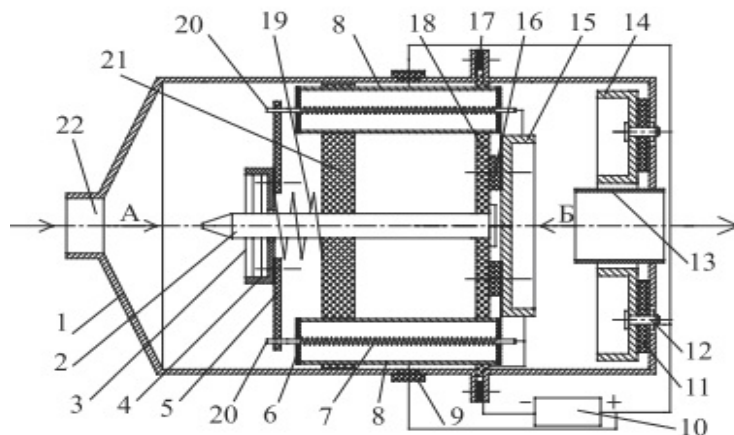


Рисунок 2. Схема электрического фильтра

Принцип работы электрического фильтра заключается в следующем, ОГ через впускной канал 22 (рисунок 2) поступают в ЭФ. Проходя через перегородку 21 и подвижный стакан 4, ОГ снижают скорость на участки горения коронного разряда. При подаче высокого напряжения к коронирующим электродам 20 между ними и некоронирующими электродами 8 зажигается коронный разряд, в результате чего межэлектродный промежуток будет заполнен в основном отрицательно заряженными ионами газа, вследствие чего частицы сажи приобретают отрицательный заряд. С потоком ОГ заряженные частицы поступают в зону выпускного канала 13, где последовательно проходят через большой 14 и малый 15 сажесборники, где оседают [10].

К преимуществам ЭФ следует отнести: малый расход электроэнергии и достигающую 100% очистку ОГ от сажи. Их недостатками являются большие габариты, необходимость предварительного охлаждения газов, частая ручная очистка, высокая стоимость изготовления.

На сегодняшний день в США, Японии, России ведутся разработки в области использования низкотемпературной плазмы в качестве нейтрализатора отработавших газов. Данный процесс можно представить следующим образом. При подаче напряжения в электроразрядное устройство в нем создается неравновесная слабо ионизированная низкотемпературная плазма, которая воздействует на отработавшие газы. В результате многостадийных химических реакций оксиды азота, серы и углерода разлагаются на нетоксичные молекулы кислорода, азота, серы и углерода. Одновременно происходит конверсия (превращение) оксида азота в его диоксид, который связывается радикалом ОН в азотную кислоту в виде аэрозоля. Аналогичные реакции протекают с диоксидом серы и оксидом углерода, приводя к образованию аэрозолей, которые улавливаются в достаточно простых электрофильтрах. По предварительным расчетам данным способом можно нейтрализовать ОГ на 98 – 99% , а плазменная очистка обойдется в 1,5 – 2 раза дешевле, чем в многокомпонентных устройствах, так как при этом не требуется использовать благородные металлы, значительно увеличивается ресурс систем нейтрализации, сокращается время на их техническое обслуживание. Однако такой способ очистки находится в стадии разработок.

На сегодняшний день сложившаяся ситуация позволяет считать, что на ближайшие годы одним из путей совершенствования экологических показателей дизелей будет разработка и производство устройств, снижающих токсичность ОГ существующих типов дизелей (с помощью нейтрализаторов, сажевых фильтров, дожигателей и др.) управляемыми электронными системами.

Литература

1. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. – М.: Изд-во РАДН, 1998.
2. Бояренко А.Г., Подчинок В.М., Пархоменко А.В. Экологические показатели дизелей и пути их улучшения // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. № 4.
3. Патрахальцев Н.Н., Виноградов Л.В., Камышников Р.О., Скрипник Д.С. Снижение токсичности дизеля на режимах малых нагрузок отключением части цилиндров // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 1.
4. Фомин В. М. Анализ перспектив освоения водородных ресурсов в структуре энергопотребления АПК // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. № 9.
5. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3.
6. Марков В.А., Башаров В.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.
7. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты моделирования, эксперименты, образование загрязняющих веществ. – М.: Физматлит, 2003.
8. Азаров В.К. Разработка комплексной методики исследований и оценки экологической безопасности и энергоэффективности автомобилей: Дис... канд. техн. наук. – М., 2014.
9. Карабельников С.К. Снижение дымности отработавших газов дизелей путем научного обоснования, создания и применения сажеуловителей в системе выпуска: Дис...канд. техн. наук. - Санкт-Петербург, 2000.
10. Тришкин И.Б. Конструктивно-технологическая схема электрического фильтра для улавливания частиц сажи в системе выпуска дизеля // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2009. № 2.

Запись параметров ДТП системой пассивной безопасности легкового автомобиля

к.т.н. Веселов А.О.

Владимирский государственный университет
89209008903, wesselov@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования электронного модуля системы пассивной безопасности легкового автомобиля в качестве “черного ящика” для регистрации параметров дорожно-транспортного происшествия при раскрытии подушек безопасности.

Ключевые слова: “черный ящик”, подушки безопасности, ДТП, системы пассивной безопасности, запись параметров.

Современный автомобиль насыщен электронными системами, оперирующими точными цифровыми данными о движении и работе агрегатов. Запись данных о параметрах движения в случае ДТП может оказать значительную помощь сотрудникам ГИБДД и экспертам для установления параметров столкновения.

Малоизвестно, но возможность записи параметров столкновения имеется практически на каждом легковом автомобиле, оснащенном подушками безопасности. При столкновении, приводящем к раскрытию подушек, в электронном блоке управления происходит запись параметров движения автомобиля в момент удара – “CRASH-DATA”. Эта запись может содержать такие данные, как скорость в момент столкновения, положение педали газа, обороты