УДК 621.436

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПО ДЫМНОСТИ

Доровских Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук, доцент
e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru
Глазков Юрий Евгеньевич
кандидат технических наук, доцент
e-mail: glazkov_yura1@mail.ru

Тамбовский государственный технический университет,
г. Тамбов, Россия

Аннотация: В статье приводится описание конструкции системы автоматического регулирования топливоподачи с фотометрическим ограничителем дымности. Система способна осуществлять контроль дымности и регулировать топливоподачу с учетом теплового состояния дизеля и режима пуска. Предлагаемая схема корректора применима с подавляющим большинством регуляторов, выполненных на базе ТНВД распределительного типа НД без существенного изменения их конструкции.

Ключевые слова: дизель, дымность, топливоподача, фотометрический ограничитель.

Значительная часть современных автотракторных дизелей оснащается топливными насосами высокого давления (ТНВД) клапанно-золотникового типа с дозированием отсечкой топлива. Для этого типа топливных насосов свойственно уменьшение цикловой подачи при снижении частоты вращения кулачкового вала, что в значительной степени определяет уменьшение мощности двигателя во всем диапазоне скоростной характеристики от номинальной мощности дизеля и до точки минимальной устойчивой работы под нагрузкой. Для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик автотракторных дизелей, рационального смесеобразования и снижения дымности отработавших газов (ОГ) на различных режимах их работы, в систему автоматического регулирования (САР) вводятся корректоры топливоподачи [1].

Для обеспечения невозможности превышения предельно допустимого уровня дымности ОГ, с учетом теплового состояния дизеля и режима пуска предлагается САР дизелей с фотометрическим ограничителем дымности (рисунок 1).

Полнопоточный фотоэлектрический дымомер ОГ 10 содержит трубу 9 с диффузором 11, источник света с лампой 13 и объективом 14, оптический канал 7, светофильтр 5, фотодиод 4, защитные стекла 6 и 12.

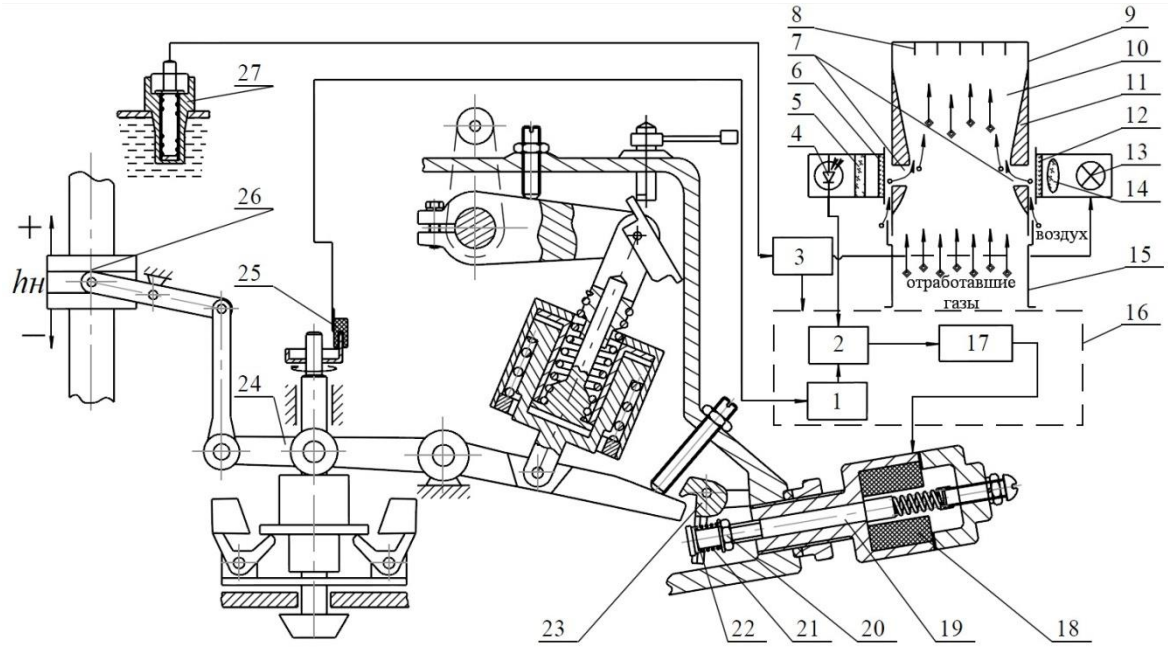

Рисунок 1 – САР дизелей с фотометрическим ограничителем дымности

В объективе 14, свет от лампы 13 формируется в параллельный пучок, который пройдя в диффузоре сквозь поток отработавших газов, попадает на фотодиод 4, где оптический сигнал преобразуется в электрический. Диффузор 11 служит для увеличения скорости потока в зоне оптического канала. Подсасываемый в зазорах воздух препятствует попаданию сажи на защитные стекла 6 и 12. Смешивание воздуха с газами происходит в потоке за пределами оптического канала 7 и не влияет на результаты измерений. Воздействие постороннего источника света на измерение дымности ОГ устраняется установкой жалюзи 8.

Измеритель дымности 10 установлен на выпускной трубе двигателя 15. Здесь необходимо учесть, что на не эксплуатационных режимах (пуск, аварийная остановка от перегрузки), защитные оптические элементы дымомера будут загрязняться продуктами неполного сгорания топлива и моторного масла [2, 3]. Ни одна конструкция не может устранить наслоения частиц на защитных оптических деталях детектора светового излучения[3, 4, 5].

После запуска дизеля, пока охлаждающая жидкость не прогреется до температуры 80 °С, датчик температуры 27 выключает измеритель дымности 10 от блока питания 3. После прогрева двигателя дымомер включается.

В регуляторе нет специальных, отрицательного или положительного корректоров топливоподачи, поскольку их функции выполняет электронный блок управления 16. Для этого электрический сигнал мгновенной дымности, пропорциональный измеренному дымомером 10, постоянно обрабатывается в блоке сравнения 2 с эталонным значением напряжения. В блоке эталонного сигнала 1, в соответствии с информацией, поступающей с датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя 25, формируется мгновенное значение эталонного напряжения. Разница между действительным и эталонным значением регулируемой величины подается в импульсный усилитель 17, с которого сигнал попадает на пропорциональный электромагнит 18, который с помощью якоря 19 и элементов 20...22, 23 и 24 создает механическое воздействие на орган дозирования топлива 26.

Благодаря электромагнитному исполняющему механизму с электронным блоком управления обеспечивается корректировка подачи топлива по предельному значению дымности ОГ дизеля на всех эксплуатационных режимах работы, как с всережимным, так и двухрежимным регулированием [2,6].

В процессе поиска рациональной конструктивной схемы электромеханического корректора нами была предложена схема размещения исполняющего шагового электродвигателя непосредственно у дозирующего органа. При такой схеме реализации корректора топливоподачи удалось минимизировать влияние технологических отклонений в звеньях механического регулятора.

В разработанной конструкции регулятора (рисунок 2) шаговый электродвигатель 4 реализует корректирующую функцию лишь через одно промежуточное звено 21 механизма привода дозатора 6, устраняя погрешности механического содержания. Привод дозаторов смежной секции осуществляется синхронно, через регулировочную тягу 19. Топливный насос высокого давления имеет две одинаковые насосные секции 5 с одинаковыми приводными кинематическими звеньями.

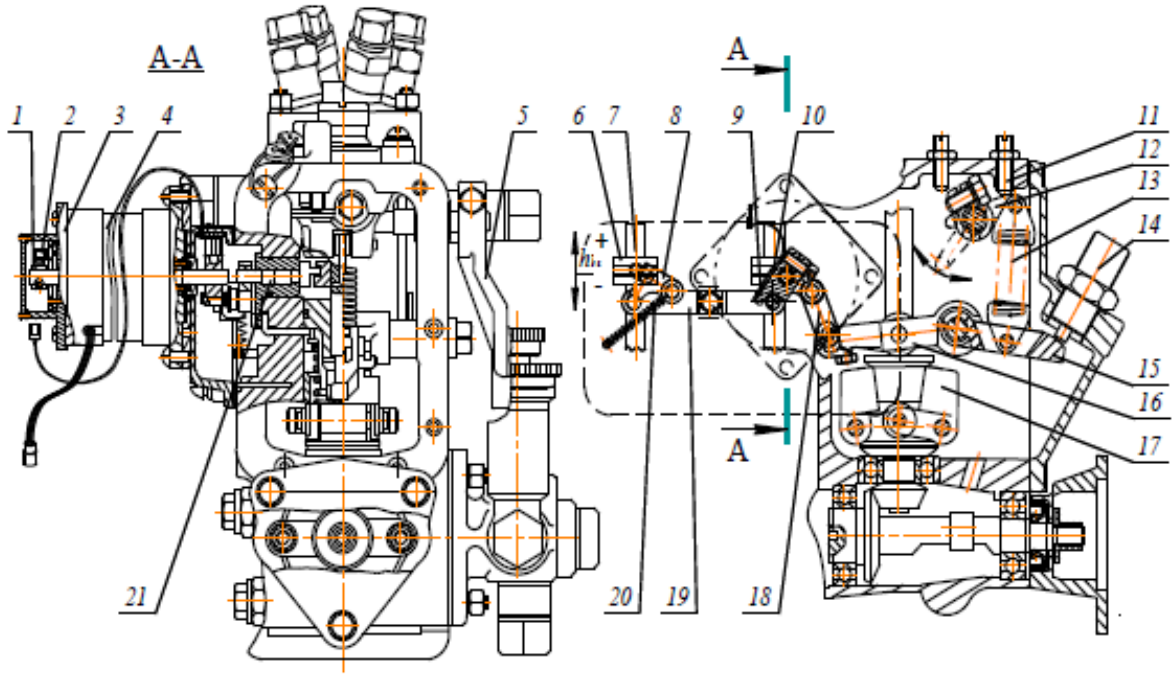

Рисунок 2 – Конструкция всережимного регулятора ТНВД НД22/6Б4 с корректором топливоподачи на базе шагового электродвигателя КДР56-1,8

Механический регулятор частоты вращения дизеля содержит центробежный чувствительный элемент 17, связанный через плечо рычага 16, промежуточную тягу 18 и рычаг поводка дозатора 8 с органом дозирования топлива 6. В регуляторе топливоподача задается внешним рычагом управления 5 и электромеханическим корректором 4. В работе регулятора участвует пружина 20 пускового обогащения топливной смеси, которая всегда пытается установить дозаторы 6 в положение наибольшей цикловой подачи топлива.

Поворотный рычаг 9 шагового электродвигателя, имеет возможность независимого кинематического и силового взаимодействия с приводным рычагом 8 поводка 21 дозирующих муфт. Ограничение угла перемещения поворотного рычага 9 обеспечивается электронным энкодером 3 собственной разработки. Для его реализации было предложено разместить на обратном выступе вала шагового электродвигателя бронзовую втулку 1 с фиксатором и постоянным магнитом. Втулка 1 и поворотный рычаг 9 корректора имеют жесткую связь и перемещаются как одно целое, поэтому срабатывания датчиков 2 энкодера геометрически отражают угловое положение рычага корректора и перемещаемых им рычагов механического регулятора.

Для получения внешней скоростной характеристики внешний рычаг 5 необходимо повернуть до упора внутреннего рычага 12 в винт 11. При этом двуплечий рычаг 16 через рычаг положительного корректора 15 деформирует пружину 13 и 20 на величину хода штока положительного корректора 14. Главная пружина 13 растянется.

С ростом частоты вращения коленчатого вала двигателя центробежная сила чувствительного элемента 17 увеличивается. Когда центробежная сила превышает силу предыдущего растяжения главной пружины 13, двуплечий рычаг 16 поворачивается, дополнительно растягивая главную пружину, перемещая дозаторы 1 в сторону уменьшения подачи топлива. В результате формируется внешняя регуляторная ветвь скоростной характеристики.

Если внутренний рычаг 12 не доходит до винта 11, то предварительное растяжение главной пружины 13 уменьшается, и при изменении частоты вращения коленчатого вала формируются частичные регуляторные ветви.

Для осуществления отрицательной корректировки топливоподачи как на участках внешней, так и частичных скоростных характеристик, порядок работы электромеханического корректора одинаков. Шаговый электродвигатель с одним поворотным рычагом 9 и смонтированным на его поверхности бесконтактным датчиком-сигнализатором 10, вращаясь против часовой стрелки, взаимодействует со стержнем рычага 8 поводка дозатора, синхронно приводит в движение дозирующие элементы 6 обеих насосных секций. Координата осевой высоты дозатора $h_н$ снижается и топливоподача уменьшается.

Величина превышения действительной дымности ОГ по пропорциональному закону определяет величину угла перемещения вала ротора шагового электродвигателя в направлении опускания дозирующих муфт ТНВД. Снижение координаты $h_н$ дозирующих элементов, соответственно, формирует уменьшение подачи топливной аппаратурой дизеля при относительно неизменном расходе воздуха. Обеднение топливной смеси

приводит к уменьшению количества несгораемых частиц в отработанных газах и, следовательно, к уменьшению дымности.

Корректор конструктивно исключает искусственное повышение топливоподачи больше, чем это позволяет настройка механического регулятора. Такая схема корректора позволяет его использование с подавляющим большинством регуляторов, выполненных на базе ТНВД распределительного типа НД без существенного изменения их конструкции.

Список литературы

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная апаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 344 с.

2. ГОСТ 17.2.2.02-98 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин.

3. Литвак В.И. Фотометрические датчики в системах контроля управления и регулирования. – М.: Наука, 1966. – 410 с.

4. Agilent HSDL-9000/1. General Application Guide // Application Note 5099. 2004. Agilent Technologies, Inc. – 30 p.

5. Agilent HSDL-9001. Miniature Surface-Mount Ambient Light Photo Diode // Data Sheet. 2004. Agilent Technologies, Inc. – 4 p.

6. ISO 11614:1999(E). Reciprocating internal combustion-ignition engines – Apparatus for determination of the light absorption coefficient of exhaust gas. –First edition; Active 01.09.99. – Geneva: International Organization for Standardization, 1999. – 57 p.

AUTOMATED CONTROL OF FUEL SUPPLY IN DIESEL ENGINE WITH SMOKE LIMITATION

Dorovskikh Dmitriy Vladimirovich,
candidate of technical sciences, associate professor
e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru
Glazkov Yurij Evgen'evich
candidate of technical sciences, associate professor
e-mail: glazkov_yura1@mail.ru

Tambov State Technical University
Tambov, Russia,

Abstract: The article describes the design of the automatic fuel supply control system with a photometric smoke limiter. The system is capable of controlling smoke and regulating fuel supply taking into account the thermal state of the diesel engine and the launch mode. The proposed corrector circuit is applicable with the vast majority of regulators made on the basis of high-pressure fuel pumps of distribution type without significant change of their design.

Keywords: diesel, smoke, fuel supply, photometric limiter.