СЕКЦИЯ 1: «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

DOI: 10.34220/ITRT2021_5-9

УДК 621.436.24

Дубин М.Д.

аспирант Пензенского
государственного аграрного
университета, РФ

Рыблов М.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры
«Технический сервис машин»
Пензенского государственного
аграрного университета, РФ

Dubin M.D.

post-graduate student,
Penza State Agrarian University,
Russian Federation

Rybllov M.V.

Ph. D., associate professor
of technical service of the machines,
Penza State Agrarian University,
Russian Federation

СПОСОБ ДВУХФАЗНОГО СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ ДИЗЕЛЕ И СРЕДСТВО ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

THE METHOD OF TWO-PHASE MIXTURE FORMATION IN THE AUTOMOTIVE DIESEL ENGINE AND THE DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

Ключевые слова: автотракторная техника, дизель, двухфазное смесеобразование, топливный активатор, система, электронный блок.

Аннотация: в статье предлагается способ улучшения мощностных, топливно-экономических и экологических показателей автотракторной техники путем двухфазного смесеобразования в дизеле. При данном способе первая фаза смесеобразования осуществляется путем подачи в ветви впускного трубопровода дизеля определенной дозы (10-20 %) топливного активатора, вторая фаза – путем подачи основной дозы топлива штатной топливной системой дизеля. Описано устройство предлагаемой системы для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования в дизеле.

Keywords: automotive machinery, diesel engine, two-phase mixture formation, fuel activator, system, electronic control unit.

Annotation: the article offers the method of improving of the automotive diesel engine power capacity, fuel economy and ecological parameters by two-phase mixture formation. In this way, the first phase is performed by means of the fuel activator supply (dose 10-20 %) into the intake manifold. The second phase is performed by means of the main fuel dose by the standard fuel system. The design of the developed system for the implementation of the first phase of two-phase mixture formation is described.

Основные энергетические мощности в сельском, лесном хозяйстве и других отраслях экономики России представлены дизелями тракторной, комбайновой, автомобильной техники и спецтехники. Повышение энергоэффективности и экологической безопасности такой техники в настоящее время представляет актуальную научную и практически значимую проблему. Основной причиной

этого является отсутствие инновационных технических разработок, направленных на улучшение мощностных, топливно-экономических и экологических показателей транспортных дизелей.

Одним из таких эффективных способов является двухфазное смесеобразование, заключающееся в том, что определенная доза топлива (10-20 %) подаётся в первой фазе путем её впрыска в поток воздуха, движущемуся по впускному трубопроводу в такте впуска; остальная (основная) доза впрыскивается во второй фазе непосредственно в цилиндр дизеля в конце такта сжатия. При этом основная доза топлива впрыскивается не в чистый воздух, а в обогащенную смесь, содержащую активные очаги воспламенения, которые способствуют интенсификации процесса сгорания. В результате, за счет повышения полноты сгорания основной и дополнительной доз топлива, происходит улучшение индикаторных, эффективных и экологических показателей дизеля [1].

В качестве дополнительной дозы, подаваемой в первой фазе смесеобразования, могут использоваться различные топливные активаторы (бензин, керосин, минеральное дизельное топливо, спирт, биотопливо и др.).

Научный и практический интерес к данному направлению исследований проявляют многие ведущие страны мира. В США, Китае и странах Европы активно ведутся научные исследования дизелей с двухфазным смесеобразованием, поскольку существующие способы улучшения энергетических и экологических показателей автотракторной техники практически исчерпали свой потенциал [2]. Экспериментальные зарубежные разработки по данной теме имеют название «dual fuel diesel engine» (двухтопливный дизель), а подача дополнительной дозы топлива во впускной трубопровод дизеля называется «fumigation» (фумигация, распыливание).

Для практической реализации вышеописанного способа необходимо разработать систему для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования, обеспечивающую автоматическую дозированную подачу топливного активатора в ветви впускного трубопровода транспортного дизеля в такте впуска.

На рисунке 1 представлена схема трактора, оснащенного предлагаемой системой для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования. Система содержит бак 2 для активатора, электрический насос 4, фильтр 3, электромагнитные форсунки, установленные в ветвях впускного трубопровода 6. Электромагнитные форсунки электрически соединены с электронным блоком управления (ЭБУ) 5, который, в свою очередь, подключен к источнику 1 электрической энергии и соединен электрическими кабелями с датчиком 8 фаз и частоты вращения коленчатого вала и датчиком 7 массового расхода топлива [3, 4].

Датчик 8 фаз и частоты вращения коленчатого вала служит для обеспечения фазированного впрыска топливного активатора электромагнитными форсунками в момент, когда в одном из цилиндров дизеля происходит такт впуска. Датчик выполнен на основе датчика Холла. Определение момента такта впуска в каком-либо из цилиндров дизеля осуществляется по углу поворота кулачкового вала привода ТНВД дизеля. Датчик одновременно выполняет функцию датчика скоростного режима дизеля (частоты вращения коленчатого вала).

Датчик 7 расхода топлива используется в качестве датчика нагрузочного режима дизеля и служит для согласования заданной дозы активатора (10 % или 20 %), подаваемого в первой фазе смесеобразования, с основной дозой топлива, подаваемого во второй фазе. Датчик устанавливается в линии низкого давления

1 – источник электрической энергии; 2 – бак для активатора; 3 – фильтр; 4 – электрический насос; 5 – электронный блок управления; 6 – модернизированный впускной трубопровод; 7 – датчик расхода топлива; 8 – датчик фаз и частоты вращения коленчатого вала

Рисунок 1 – Схема трактора МТЗ-82.1, оснащенного системой для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования

топлива штатной системы питания тракторного дизеля в разрыве топливопровода между фильтром грубой очистки и подкачивающим насосом.

Электронный блок 5 изготавливается на базе программируемого микроконтроллера, в программу которого закладывается определенный алгоритм, обеспечивающий работу электромагнитных форсунок в соответствии с порядком работы цилиндров дизеля и вычисление цикловой подачи (продолжительности впрыска) топливного активатора форсункой в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов дизеля. На панели управления блока (рис. 2) размещены тумблер 1 включения ЭБУ в бортовую сеть трактора, клавиша 2 включения электрического насоса, переключатель 3 дозы активатора (10 % или 20 % от массового расхода топлива), клавиши 5 для установки коэффициентов коррекции дозы активатора. Для визуального контроля задаваемых коэффициентов дозы активатора и коэффициентов коррекции предусмотрены индикационные светодиоды 4.

Электронный блок оснащен штекерными разъемами для подключения датчиков, электрического насоса и электромагнитных форсунок, а также отладочным разъемом для программирования микроконтроллера и диагностирования системы [5].

Система для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования работает следующим образом. Включение ЭБУ осуществляется клавишей 1, после нажатия, которой в блок подается напряжение питания от бортовой сети автотракторного средства. После пуска и прогрева дизеля оператор устанавливает дозу активатора переключателем 3, коэффициент коррекции клавишами 5 и нажимает клавишу 2 «Пуск». Происходит включение электрического насоса, который подает активатор к электромагнитным форсункам. Электронный блок обрабатывает информативные сигналы, поступающие с датчика фаз и датчика расхода топлива. На основании полученных параметров ЭБУ вычисляет значение продолжительности управляющего импульса, подаваемого на электромагнитную форсунку, с учетом коэффициентов, заданных оператором. Кроме того, по сигналу с датчика фаз ЭБУ определяет такты впуска в цилиндрах дизеля для начала впрыска активатора форсунками. Управляющие импульсы, вырабатываемые ЭБУ, подаются в обмотки электромагнитных форсунок, которые впрыскивают активатор в ветви впускного трубопровода в соответствии с порядком работы цилиндров дизеля [6].

- 1 – тумблер включения ЭБУ в бортовую сеть автотракторного средства;
 2 – клавиша включения электрического насоса; 3 – переключатель дозы активатора;
 4 – контрольные светодиоды; 5 – клавиши коррекции дозы активатора

Рисунок 2 – Электронный блок управления системы для осуществления первой фазы двухфазного смесеобразования

С изменением нагрузочного и (или) скоростного режима дизеля меняются параметры информативных сигналов, поступающих с датчиков системы. На основании измененных параметров, характеризующих режим работы дизеля, микроконтроллер ЭБУ вычисляет новое значение продолжительности управляющего импульса. При этом изменяется количество активатора, впрыскиваемого электромагнитными форсунками в первой фазе смесеобразования в соответствии с предварительно заданной дозой (10 % или 20 %).

Для прекращения работы системы оператор нажимает клавишу 2. Происходит размыкание цепей питания электрического насоса и электромагнитных форсунок и, как следствие, прекращение впрыска активатора. При этом дизель

может продолжать работу с типовым (однофазным) смесеобразованием, когда функционирует только штатная система топливоподачи. После остановки дизеля оператор отключает ЭБУ от бортовой сети с помощью клавиши 1.

Предлагаемая система решает проблему практической реализации двухфазного смесеобразования в дизелях автотракторной техники.

Работа выполняется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 20-38-90194.

Список литературы

1. Уханов, А. П. Двухфазное смесеобразование в тракторном дизеле : концепция технического решения / А. П. Уханов, М. Д. Дубин, М. В. Рыблов // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 117-123.
2. Review on alcohol fumigation on diesel engine : A viable alternative dual fuel technology for satisfactory engine performance and reduction of environment concerning emission / A. Imran, M. Varman, H. H. Masjuki, M. A. Kalam // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – Vol. 26. – P. 739-751.
3. Рыблов, М. В. Датчик фаз для системы двухточечного обогащения воздушного заряда дизеля / М. В. Рыблов, Н. А. Абрамов, В. С. Носов, С. С. Хвалов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Том III. – Пенза : РИО ПГАУ, 2017. – С. 8-11.
4. Рыблов, М. В. Разработка автоматической системы распределенного обогащения воздушного заряда тракторного дизеля / М. В. Рыблов, Д. А. Уханов, А. П. Уханов // Вестник Мордовского университета. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 523-536.
5. Рыблов, М. В. Электронный блок управления системы распределенного обогащения воздушного заряда дизеля / М. В. Рыблов, В. А. Матвеев, А. В. Новичков // Агропромышленный комплекс : состояние, проблемы, перспективы: Материалы XIII Международной науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГАУ, 2017. – С. 160-162.
6. Рыблов, М. В. Электронная система распределенного обогащения воздушного заряда тракторного дизеля / М. В. Рыблов, Д. А. Уханов, А. П. Уханов // Нива Поволжья. – 2018. – № 1 (46). – С. 114-120.