

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ НЕТРАДИЦИОННЫМИ ТОПЛИВАМИ

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
А. Н. КАРТАШЕВИЧ², д-р техн. наук, профессор

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация
²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. К настоящему времени в литературе имеются многочисленные данные исследований возможности применения в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) различных видов моторных топлив – минеральных, растительных, синтетических и т. д. [1, 2, 4–10, 12, 15].

Тем не менее, проблема создания многотопливной энергетической установки трактора или автомобиля до сих пор не решена. Большинство исследований имели целью оценку возможности применения того или иного источника энергии. В то же самое время автомобильные и тракторные заводы не заинтересованы в расширении линейки выпускаемых моделей мобильной техники под каждый конкретный вид топлива. Для решения проблемы целесообразны разработка и создание адаптивных систем питания, регулирования, воспламенения и смесеобразования для работы транспортных средств на широком спектре нетрадиционных источников энергии [5, 13]. Параллельно необходимо проведение мероприятий по адаптации отдельных эксплуатационных свойств альтернативных топлив (АТ) к свойствам товарного ДТ.

Цель и задачи исследования. Основной целью явилась формулировка направлений модернизации системы питания автотракторного дизеля.

Задачей исследования явилось обоснование и разработка модернизированных систем питания автотракторного дизеля с целью расширения спектра применимости нетрадиционных источников энергии.

Материалы и методы. Основными методами исследований следует считать теоретические изыскания, лабораторные опыты, моторные и полевые испытания полноразмерных дизельных двигателей.

Поисковые лабораторные опыты, теоретические изыскания и анализ физико-химических свойств нетрадиционных топлив были осуществлены в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (г. Киров, Россия). Испытания ДВС в стендовых и полевых условиях

проводились в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь) [8, 9].

Основная часть. Система питания автотракторного дизеля, модернизированного для работы на новом виде или составе нетрадиционно-го топлива, должна позволять решение следующих задач:

- качественное смешивание строго заданного для каждого режима вида и состава ингредиентов смесевое топлива при обеспечении необходимого в эксплуатации времени его стабильности;

- осуществление необходимого уровня подогрева подаваемого топлива или топливной смеси;

- регулирование параметров топливоподачи (корректировку угла опережения впрыскивания, цикловой дозы и т. д.) под различные виды топлива;

- возможность длительной надежной работы системы питания на широком спектре смесевых топлив.

В ходе длительных испытаний [3] к применению была рекомендована система питания (рис. 1), конструкция которой позволяет работу дизеля на различных АТ при одновременном регулировании состава и угла опережения впрыскивания топлива, обеспечивает необходимую стабильность смеси [14].

Пуск дизеля и его прогрев производится на нефтяном топливе. При этом отсечной трёхходовой кран 10 для нефтяного топлива должен быть открыт в положении прохода топлива по линии низкого давления 4, минуя смеситель 12 и измеритель состава топлива 15. После прогрева дизеля открываются все краны: для альтернативного топлива 11 и топливной смеси 12, а также отсечной трёхходовой кран 10 для нефтяного топлива в положение для прохождения топлива по линии 4 через смеситель 12 и измеритель состава топлива 16. Далее высокооднородная топливная смесь, двигаясь к топливоподкачивающему насосу 7 и, проходя через фильтр тонкой очистки 6, попадает в топливный насос высокого давления (ТНВД) 8 с регулятором угла опережения впрыскивания топлива для впрыскивания форсунками 9 топливной смеси в цилиндры дизеля. При прохождении топливной смеси через измеритель состава топлива 16 поступает сигнал в цифровом значении (таблица) на электронный блок управления 14 о том или ином составе смесевое топлива. Далее электронный блок подает сигналы на датчики режимов работы дизеля 14, что позволяет автоматически выставлять оптимальный установочный угол опережения

впрыскивания топлива при работе дизеля на различных по составу и содержанию смесевых топливах.

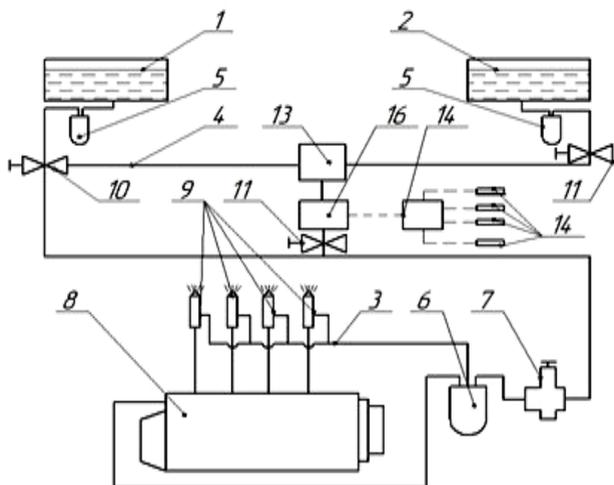


Рис. 1. Система питания:

- 1, 2 – баки нефтяного и альтернативного топлива; 3, 4 – линии высокого и низкого давления, 5, 6 – фильтры грубой и тонкой очистки;
 7 – топливоподкачивающий насос; 8 – ТНВД; 9 – форсунки;
 10, 11, 12 – краны для нефтяного, альтернативного топлива и топливной смеси;
 13 – смеситель; 14 – электронный блок; 15 – датчики режимов работы дизеля; 16 – фотоэлектроколориметр

Наличие фотоэлектроколориметра в системе питания позволяет в автоматическом режиме определять состав заданного смесевого топлива по значениям его плотности.

При проведении испытаний с необходимостью подогрева топлива к штатной или модернизированной топливной системе дизеля добавлялась разработанная система локального индукционного подогрева (рис. 2) [11].

Подогрев топлива осуществлялся при помощи индуцирующего провода 6, последовательно охватывающего участки топливопровода 4, расположенного на линии высокого давления непосредственно перед форсунками 7. В качестве индуцирующего провода использовался кабель РКГМ, имеющий кремнийорганическую основу для обеспечения хороших температурных свойств. Многопроволочная токопрово-

дующая медная жила, изготовленная из электротехнической меди, наводила вихревые токи, обладающие индукционной природой, в стенке топливопровода.

**Значения плотности для составов альтернативных топлив
с добавками этанола**

№ п/п	Состав топлива	Значение плотности при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	ДТ 100 %	1,48
2	ЭТ 100 %	0,79
3	ДТ 95 % + ЭТ 5 %	1,4
4	ДТ 90 % + ЭТ 10 %	1,37
5	ДТ 85 % + ЭТ 15 %	1,35
6	ДТ 80 % + ЭТ 20 %	1,31
7	ДТ 75 % + ЭТ 25 %	1,30
8	ДТ 70 % + ЭТ 30 %	1,29
9	ДТ 65 % + ЭТ 35 %	1,28
10	ДТ 60 % + ЭТ 40 %	1,27
11	ДТ 55 % + ЭТ 45 %	1,26
12	ДТ 50 % + ЭТ 50 %	1,25

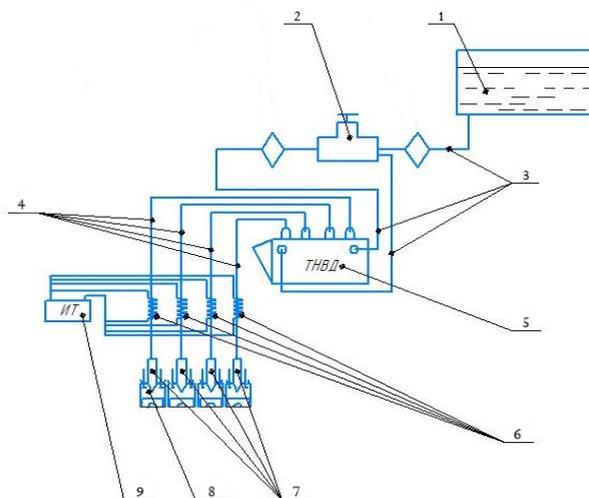


Рис. 2. Система питания дизеля с подогревательным устройством:
 1 – топливный бак; 2 – подкачивающий насос; 3 – топливопровод низкого давления;
 4 – топливопровод высокого давления; 5 – ТНВД; 6 – индуцирующий провод;
 7 – форсунки; 8 – цилиндр; 9 – источник тока

В результате тепло от внутренних стенок топливопроводов передавалось самому дизельному топливу, практически не рассеиваясь в окружающую среду. Необходимая мощность нагрева контролировалась на самом нагревателе. Значение температуры топлива фиксировалось при помощи четырех термомпар, установленных непосредственно перед форсунками и подключенных к восьмиканальному ПИД-регулятору.

Применение предложенной системы подогрева топлива позволило сохранить показатели работы дизеля на уровне заводских, а некоторые показатели (часовой расход дизельного топлива, содержание сажи в отработавших газах двигателя) даже улучшить [6].

Заключение.

1. Перспективно создание новых конструкций систем питания, регулирования, воспламенения и смесеобразования. Целесообразно также адаптация эксплуатационных свойств АТ к свойствам ДТ.

2. Применение модернизированной системы питания позволяет работу дизеля на различных АТ при одновременном регулировании состава и угла опережения впрыскивания топлива, обеспечивает необходимую стабильность смеси.

3. Применение предложенной системы подогрева дизельного топлива позволяет сохранять показатели работы дизеля на уровне заводских, а некоторые показатели (часовой расход дизельного топлива, содержание сажи в отработавших газах двигателя) даже улучшить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.

2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

3. Бузиков, Ш. В. Оптимизация состава смесового топлива для дизелей тракторов и сельскохозяйственных машин / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Транспорт на альтернативном топливе. – 2021. – № 3. – С. 64–69.

4. Зубакин, А. С. Экономическая эффективность использования генераторного газа в качестве топлива / А. С. Зубакин, С. А. Плотников, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 202–205.

5. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2007. – 264 с.

6. Карташевич, А. Н. Исследование процесса сгорания активированного топлива в автотракторном дизеле / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, М. В. Мотовилова // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – № 1. – С. 31–42.

7. Карташевич, А. Н. Исследование способов расширения топливной базы ДВС / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 213–220.

8. Карташевич, А. Н. Перспективы развития научного сотрудничества УО БГСХА и ВЯТГУ / А. Н. Карташевич, Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 14–17.

9. Карташевич, А. Н. Сотрудничество БГСХА и ВятГУ в области транспортного машиностроения / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков // Вестн. БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 177–179.

10. Малышкин, П. Ю. Обеспечение тяговой характеристики колесного трактора при работе на смешанном дизельно-газовом топливе / П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 220–224.

11. Плотников, С. А. Исследование процесса сгорания активированного топлива в автотракторном дизеле / С. А. Плотников, М. В. Мотовилова, А. Н. Карташевич // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – № 1. – С. 31–42.

12. Применение этанола в дизелях / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 151 с.

13. Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив / С. А. Плотников [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2019. – № 3 (41). – С. 66–72.

14. Смеситель топлив / С. А. Плотников [и др.] // Патент РФ № 2637904, МПК В01F 7/24.

15. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Выш. шк., 2023. – 407 с.

Аннотация. Задачей исследования явилось обоснование и разработка адаптивных систем питания, регулирования, воспламенения и смесеобразования для работы транспортных средств на широком спектре нетрадиционных источников энергии. Разработана система питания, позволяющая работу дизеля на различных АТ при одновременном регулировании состава и угла опережения впрыскивания топлива, обеспечивающая необходимую стабильность смеси. Разработана и испытана система подогрева дизельного топлива, позволяющая сохранять показатели работы дизеля на уровне заводских, а некоторые показатели (часовой расход дизельного топлива, содержание сажи в отработавших газах двигателя) даже улучшать.

Ключевые слова: дизель, дизельное топливо, смесевое топлива, система питания, регулирование подачи, подогрев.