

ДИЗЕЛЬНОЕ СМЕСЕВОЕ ТОПЛИВО: ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ

Уханов Александр Петрович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Уханов Денис Александрович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: dspgsha@mail.ru

АдгамовИрфанФярхатович, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА.

442449, Пензенская обл., Шемышейский р-н, с. Усть-Уза, ул. Советская, 15а.

E-mail: irfan.fn@yandex.ru

Ключевые слова: дизельное, смесевое, топливо, двухтопливная, система, питание, смеситель, ультразвук.

Цель исследований – конструктивная адаптация автотракторных дизелей к работе на дизельном смесевом топливе. Перспективным видом альтернативного моторного топлива является дизельное смесевое топливо, получаемое смешиванием растительного масла и товарного минерального дизельного топлива в различных соотношениях. По причине имеющихся отличий физико-химических и эксплуатационных свойств смесевое топливо от минерального топлива серийно выпускаемая и находящаяся в эксплуатации дизельная автотракторная техника не приспособлена к работе на таком виде моторного топлива. Применение разработанных устройств (двухтопливная система питания, смеситель-фильтр и ультразвуковой смеситель биологического и минерального компонентов смесевое топлива) позволяет конструктивно адаптировать автотракторные дизели к работе на смесевом топливе. Двухтопливная система обеспечивает пуск, прогрев и останов дизеля на минеральном топливе, на остальных режимах – на смесевом топливе. Оригинальная конструкция смесителя-фильтра позволяет не только качественно смешивать биологический и минеральный компоненты, но и очищать их от загрязнителей. За счет высокочастотных колебаний пьезоизлучателя ультразвуковой смеситель обеспечивает не только получение смесевое топлива однородного мелкодисперсного состава, но и отрыв радикалов углеводородных групп от одного вида высших жирных кислот, содержащихся в растительном масле, и присоединение их к другому виду кислот.

Как показывает практика наиболее дешевым и доступным видом альтернативного моторного топлива, применяемого в автотракторных дизелях, является дизельное смесевое топливо (ДСТ), получаемое смешиванием растительного масла и товарного минерального дизельного топлива (ДТ) в различных соотношениях [1, 2]. Применение моторного топлива на основе растительных масел при незначительном ухудшении мощностных и топливно-экономических показателей дизеля способствует экономии товарного минерального ДТ на величину его замещения биологическим (растительным) компонентом и приводит к уменьшению содержания токсичных веществ в отработавших газах [3, 4, 5, 6]. Однако имеющиеся различия физико-химических и эксплуатационных свойств ДСТ от минерального ДТ обуславливают необходимость конструктивной адаптации автотракторных дизелей к работе на таком виде моторного топлива [7, 8, 9].

Цель исследований – конструктивная адаптация автотракторных дизелей к работе на дизельном смесевом топливе.

Задачи исследований – разработать устройства для конструктивной адаптации автотракторных дизелей к работе на смесевом топливе.

Материалы и методы исследований. Для конструктивной адаптации дизелей автотракторной техники к работе на ДСТ разработаны, изготовлены и испытаны двухтопливная система питания, смеситель-фильтр и ультразвуковой смеситель компонентов смесевое топлива.

Результаты исследований. Двухтопливная система питания дизеля [10], наряду с узлами и агрегатами штатной системы питания, дополнительно содержит бак растительного масла 1 (рис. 1) с расходным краном, статический смеситель 13 компонентов смесевое топлива, во входных каналах 14, 15 которого размещены дозаторы 16, 17 с механическим приводом, поплавковые механизмы 26 для поддержания постоянного давления минерального топлива и растительного масла перед дозаторами 16, 17 смесителя 13 и соединительную арматуру (топливопроводы, топливные штуцеры и наконечники).

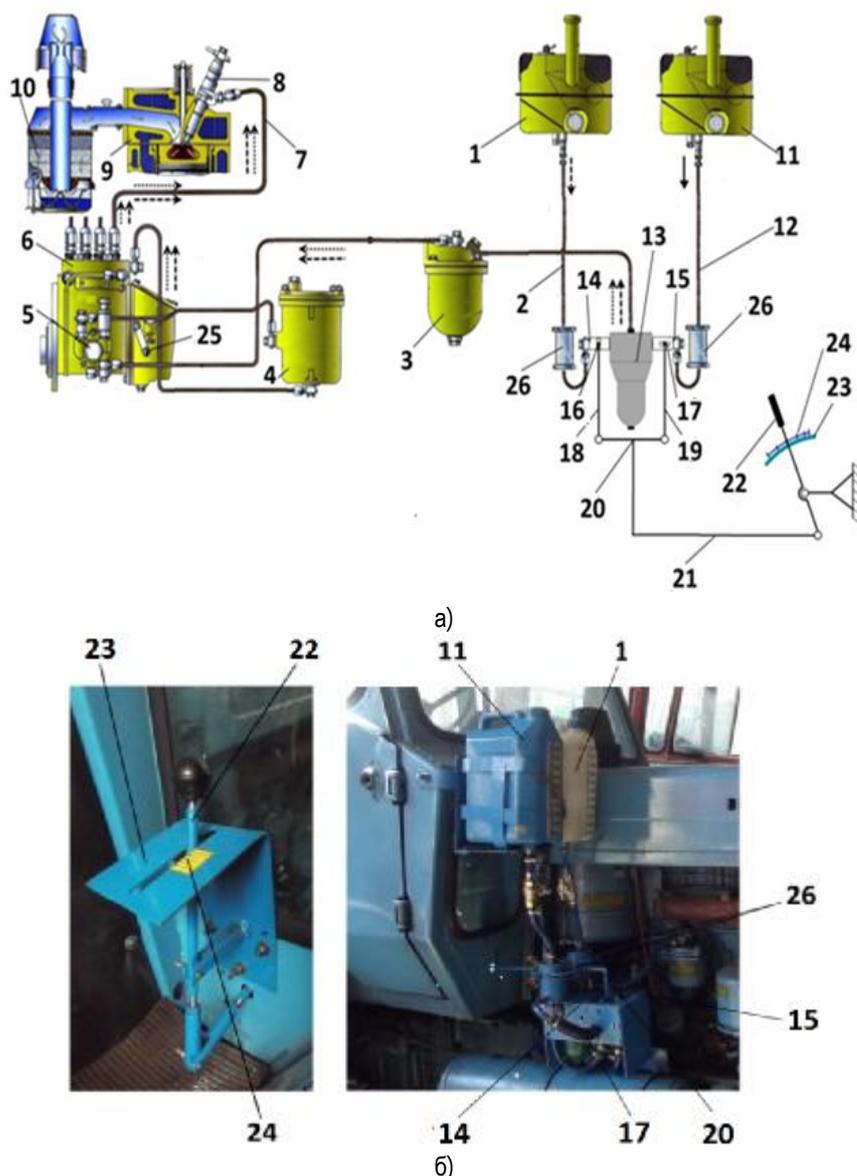


Рис. 1. Двухтопливная система питания дизеля:

а) схема; б) общий вид

Привод дозаторов 16, 17 состоит из шарнирного параллелограммного механизма, соединенного с дозаторами 16, 17, и продольной тяги 21, один конец которой соединен с поперечной тягой 20 параллелограммного механизма, другой – с рычагом управления 22, перемещаемым вручную в пазу сектора 23, установленного в кабине трактора. На наружной поверхности сектора 23 нанесены метки с цифрами в пределах от 0 до 90, соответствующие процентному содержанию растительного масла в биоминеральном топливе. Кинематическая схема привода обеспечивает синхронный поворот дозаторов 16, 17: при открытии на определенный угол дозатора 17, регулирующего подачу растительного масла, дозатор 16, регулирующей подачу минерального топлива, закрывается соответственно на такой же угол. Это позволяет трактористу при перемещении рычага управления 22 по сектору 23 устанавливать любое процентное соотношение компонентов смесового топлива в диапазоне 0-90%. Одно крайнее положение рычага управления 22 соответствует метке на секторе 90 (в минеральном топливе содержится 90% растительного масла), другое – 0 (в минеральном топливе растительного масла нет).

Пуск дизеля и его прогрев осуществляется на минеральном топливе. При этом рычаг управления 22 приводом дозаторов находится в положении (на секторе метка 0), при котором дозатор 16, регулирующей подачу минерального топлива в смеситель 13, полностью открыт, а дозатор 17, регулирующей подачу растительного масла, полностью закрыт. За счет разрежения, создаваемого топливopодкачивающим насосом 5 системы питания, минеральное топливо из своего бака 1 через смеситель 13 и фильтр грубой очистки 3 подается в фильтр тонкой очистки 4, и далее топливным насосом высокого давления 6 и форсунками 8 впрыскивается в камеру сгорания дизеля.

После прогрева дизеля на минеральном топливе тракторист, перемещая рычаг управления 22 по сектору 23 и тем самым поворачивая дозаторы 16, 17 в противоположные стороны на определенный угол, устанавливает необходимое соотношение минерального топлива и растительного масла в зависимости от внешнего сопротивления движению машинно-тракторного агрегата, на величину которого главным образом влияет вид выполняемой работы (вспашка, культивация, боронование, перевозка грузов и т.п.), а также температурных условий эксплуатации. К примеру, при плюсовых температурах воздуха выше 10°C и (или) малых нагрузках (при бороновании, перевозках грузов и др.) долю растительного масла в ДСТ увеличивают, при плюсовых температурах воздуха ниже 10°C и (или) больших нагрузках (при вспашке зяби, выполнении работ с комбинированными с.х. машинами и др.) – долю растительного масла уменьшают. За счет разрежения, создаваемого топливоподкачивающим насосом 5, минеральное топливо и растительное масло из своих баков 1, 11 поступают в смеситель 13, где оба компонента смешиваются между собой. Полученное смесевое топливо подается через топливные фильтры 3, 4 в топливный насос высокого давления 6 и далее форсунками 8 впрыскивается в камеру сгорания дизеля.

Перед остановом дизеля рычаг управления 22 перемещают в положение (на секторе 0), при котором дозатор 17, регулирующий подачу растительного масла, полностью закрыт, а дозатор 16, регулирующий подачу минерального топлива, полностью открыт. По истечении 10-15 мин, после полной выработки из узлов и агрегатов системы питания биоминерального топлива и когда система заполнится минеральным топливом, дизель останавливают. Останов дизеля осуществляют традиционным способом, перемещая наружный рычаг 25 регулятора частоты вращения в положение «Подача топлива выключена». Последующий пуск дизеля будет осуществляться на минеральном топливе.

Для того, чтобы исключить перетекание из бака одного вида компонента смесевое топлива в бак другого за счет различной плотности минерального топлива и растительного масла, а также при различных их уровнях в баках и небольших расходах смесевое топлива (например, на режимах холостого хода и малых нагрузок) перед дозаторами 16, 17 статического смесителя установлены поплавковые механизмы 26, работающие по принципу поплавковой камеры автомобильного карбюратора.

Одним из элементов описанной двухтопливной системы питания является смеситель-фильтр, который не только дозирует и смешивает минеральное топливо и растительное масло, но и очищает их от загрязнителей. Смеситель [11] состоит из корпуса 1 (рис. 2) с двумя диаметрально расположенными входными каналами 12, 13, стакана 2, внутри которого расположена пустотелая ось 3 с двумя радиальными отверстиями 4, 5 в верхней части, выходного канала 14, сливной пробки 6, успокоителя 7 и фильтрующего элемента 8. Фильтрующий элемент 8 представляет собой втулку 9 с сетчатой набивкой 10 и многодырчатой шайбой 11. Конусный успокоитель 7, обращенный меньшим основанием в сторону фильтрующего элемента 8, отделяет зону отстоя от смесевой зоны.

Минеральное топливо и растительное масло через входные каналы 12, 13 поступают во внутреннюю полость стакана 2, в которой происходит их предварительное смешивание. Под действием разрежения, создаваемого топливоподкачивающим насосом системы питания дизеля, часть полученной смеси, резко изменяя направление движения, проходит через многодырчатую шайбу 11 и сетчатую набивку 10. Проходя через набивку 10 вектор скорости смеси многократно изменяется, благодаря чему компоненты интенсивно перемешиваются. Полученное смесевое топливо через два радиальных отверстия 4, 5 пустотелой оси 3 поступает к выходному каналу 14. Другая объемная часть смеси продолжает двигаться вдоль стенок стакана 2 вниз. Механические частицы и вода, обладающие большим удельным весом, стремятся сохранить прямолинейное движение и следуют вниз вместе с потоком смеси. Проходя через кольцевой зазор между успокоителем 7 и стаканом 2 загрязнители попадают в зону отстоя. При отворачивании пробки 6 отстой сливается через отверстие в нижней части стакана.

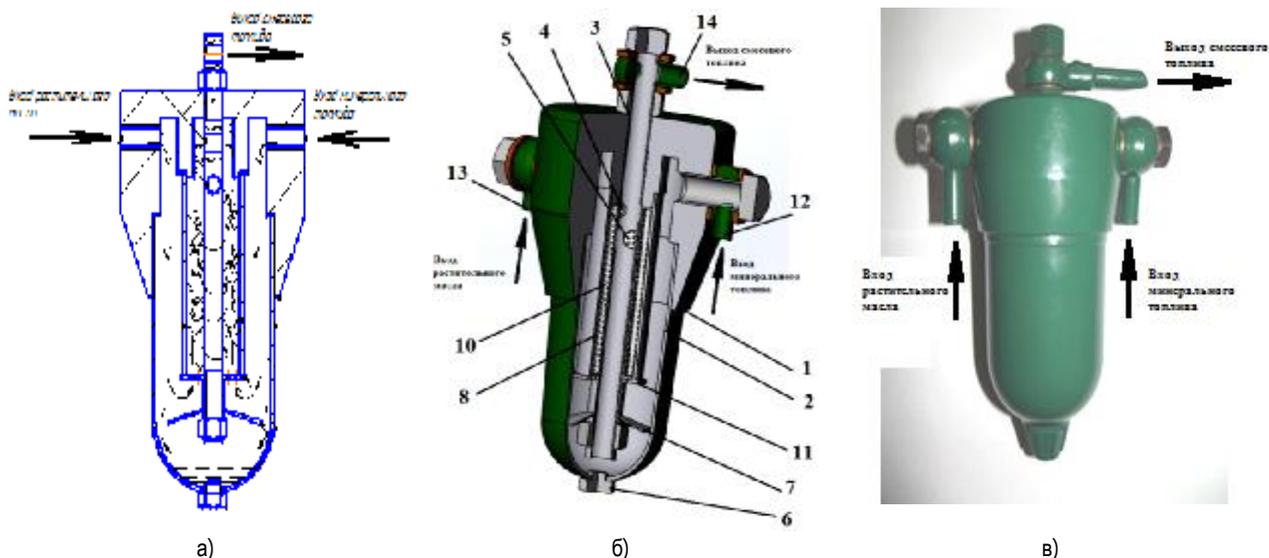


Рис. 2. Смеситель-фильтр компонентов смешесого топлива:
а) схема, б) разрез; в) общий вид

Для смешивания компонентов и обработки смешесого топлива высокочастотными колебаниями (более 25 кГц) разработан, изготовлен и испытан ультразвуковой смеситель (ультразвуковой смеситель разработан и изготовлен при поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках научно-инновационного конкурса «У.М.Н.И.К.» (договор № 553 ГУ 1/2013 от 18.11.2013) [12, 13, 14], который состоит из высокочастотного пьезоизлучателя 1 (рис. 3), размещенного в корпусе 2 с входным 3 и выходным 4 каналами и соединенного с электронным блоком управления (ЭБУ) 5 электрическими проводами 6. Питание ЭБУ5 осуществляется от источника тока с постоянным напряжением 12 В.

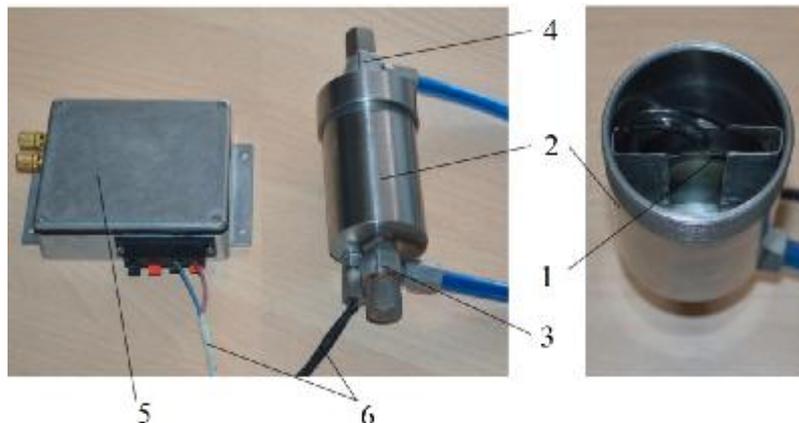


Рис. 3. Ультразвуковой смеситель

Входной канал корпуса смесителя соединен топливопроводом с фильтром тонкой очистки топлива, выходной канал – с топливным насосом высокого давления (рис. 4).

Работает ультразвуковой смеситель следующим образом. Напряжение от источника тока подается в электрическую цепь ЭБУ5 (рис. 3), в котором происходит формирование высокочастотных командных импульсов, подаваемых в цепь пьезоизлучателя 1. Последний возбуждает ультразвуковые колебания. Через входной канал 3 во внутреннюю полость корпуса 2 смесителя подается смешесое топливо.



Рис. 4. Размещение на дизеле ультразвукового смесителя

Под действием ультразвуковых колебаний биологический и минеральный компоненты не только более качественно смешиваются между собой с образованием однородной мелкодисперсной среды, а также за счет появления эффекта кавитации происходит отрыв радикалов углеводородных групп от одного вида высших жирных кислот, содержащихся в биологическом компоненте, и присоединение их к другому виду кислот, что изменяет свойства полученного смесового топлива и повышает его энергетический эквивалент. Из внутренней полости корпуса обработанное ультразвуком смесовое топливо через выходной канал 4 поступает к топливному насосу высокого давления и далее форсунками впрыскивается в камеру сгорания дизеля.

Заключение. Таким образом, применение разработанных устройств позволяет конструктивно адаптировать серийно выпускаемую и находящуюся в эксплуатации дизельную автотракторную технику к работе на дизельном смесовом топливе.

Библиографический список

1. Уханов, А. П. Нетрадиционные биоконпоненты дизельного смесового топлива: монография / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, Е. Д. Година. – Пенза : РИО ПГСХА, 2013. – 113 с.
2. Уханов, А. П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесового топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // *Нива Поволжья*. – 2014. – №1 (30). – С. 92-98.
3. Уханов, А. П. Применение биотопливных композиций на тракторных дизелях / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин [и др.] // *Нива Поволжья*. – 2007. – №4. – С. 53-57.
4. Уханов, А. П. Рапсовое биотопливо – альтернатива нефтяному моторному топливу / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин, Н. С. Киреева // *Нива Поволжья*. – 2007. – № 2. – С. 37-40.
5. Уханов, А. П. Результаты моторных исследований горчичного биотоплива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев [и др.] // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2011. – № 5. – С. 7-10.
6. Уханов, А. П. Биотопливо из рыжика / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин [и др.] // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2011. – № 2. – С. 8-11.
7. Быченин, А. П. Влияние смесовых минерально-растительных топлив на ресурс прецизионных пар топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей / А. П. Быченин, М. А. Быченина // *Известия Самарской ГСХА*. – 2013. – № 3. – С. 54-59.
8. Уханов, А. П. Конструктивная адаптация дизелей автотракторной техники к работе на смесовом топливе / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов, Е. Д. Година // *Нива Поволжья*. – 2014. – № 2 (31). – С. 84-92.
9. Уханов, А. П. Устройства для работы дизеля на биотопливе и оценки технического состояния узлов и агрегатов топливной аппаратуры / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // *Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы* : сб. ст. Всероссийской науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2013. – С. 113-120.
10. Пат. № 2548334 РФ. МПКF 02 М 43/00, F 02 D 19/06. Система питания тракторного дизеля с ручным управлением подачей смесового топлива / Уханов А. П., Уханов А. Д., Адгамов И. Ф. – № 2014112925 ; заявл. 02.04.2014 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. №11.
11. Пат. № 2486949 РФ. МПКВ01F 5/06. Смеситель-фильтр минерального топлива и растительного масла / Уханов А. П., Уханов Д. А., Крюков В. В. [и др.]. – № 2012113657/05 ; заявл. 06.04.2012 ; опубл. 10.07.2013, Бюл. №19.
12. Пат. № 2546891 РФ. МПКF 02 М 43/00, В 01 F 11/02, В 01 F 3/08, F 02 D 19/08. Ультразвуковой смеситель растительного масла и минерального топлива / Уханов А. П., Уханов Д. А., Адгамов И. Ф. – № 2014112926 ; заявл. 02.04.2014 ; опубл. 10.04.2015, Бюл. №10.
13. Уханов, А. П. Ультразвуковой смеситель / А. П. Уханов, К. А.Ахраменко, И. Ф. Адгамов // *Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы* : сб. ст. Всероссийской науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2013. – С. 108-111.
14. Уханов, А. П. Результаты исследований ультразвукового смесителя растительно-минерального топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // *Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы* : сб. ст. II Международной науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – С. 116-120.

