

На правах рукописи

Фадеев Сергей Андреевич

**УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ НА БИОТОПЛИВЕ,
ОБРАБОТАННОМ УЛЬТРАЗВУКОМ**

05.20.03 – Технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Саратов 2011

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Загородских Борис Павлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Денисов Александр Сергеевич

доктор технических наук, профессор
Коцарь Юрий Алексеевич

Ведущая организация – ФГОУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия»

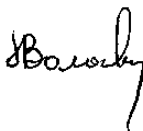
Защита диссертации состоится 29 апреля 2011 г. в 12-00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.03 при ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. 325.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ».

Автореферат разослан «28» марта 2011 г.
и размещен на сайте: www.sgau.ru

Отзывы на автореферат направлять по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл. 1, ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Н.П. Волосевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В Концепции развития аграрной науки и научно обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года отмечено, что одним из приоритетных направлений в области механизации, электрификации и автоматизации является разработка оборудования с использованием возобновляемых источников энергии, в том числе биотоплива.

В создании биотоплива для дизельных двигателей предпочтение отдается растительным маслам, самым распространенным из которых является рапсовое.

Исследования, направленные на использование биотоплива в тракторных дизелях, обусловлены ограниченностью нефтяных запасов, заинтересованностью сельского хозяйства РФ в вопросах снижения энергетической зависимости от поставщиков нефтепродуктов. Кроме того, производство топлива из рапсового масла наряду с энергетической и экологической задачами решает еще и проблему занятости населения через организацию дополнительных рабочих мест.

Улучшение качества биотоплива, обеспечивающее повышение технико-экологических показателей тракторных дизелей, является актуальной научной задачей.

Исследования проводились по плану НИОКР ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» в соответствии с темой № 5 комплексного тематического плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ СГАУ им. Н.И. Вавилова на период 2007–2010 гг. «Повышение надежности, эффективности использования мобильной техники в сельском хозяйстве» и по договору с Ассоциацией аграрного образования и науки (г. Саратов) в 2009 и 2010 гг.

Цель работы: улучшение технико-экономических и экологических показателей тракторных двигателей при работе на смесевом биотопливе В20 путем улучшения его качества ультразвуковой обработкой.

Объект исследований: характер изменения технико-экономических и экологических показателей тракторных двигателей при работе на биотопливе В20, обработанном ультразвуком.

Предмет исследований: технико-экономические и экологические показатели дизеля при его работе на смеси рапсового масла (20 %) с дизельным топливом (80 %), обработанной ультразвуком.

Научная новизна работы: теоретическое и экспериментальное обоснование использования в системе питания топливом тракторных дизелей устройства для обработки ультразвуком смесевого биотоплива

В20, позволяющего улучшить технико-экономические и экологические показатели дизельного двигателя.

Новизна устройства для ультразвуковой обработки биотоплива подтверждена патентом на полезную модель № 88396.

Практическая ценность работы: разработано, изготовлено и испытано устройство для обработки биотоплива В20 ультразвуком, встраиваемое в систему питания дизельного двигателя, обеспечивающее прирост мощности, снижение расхода топлива и дымности дизельного двигателя по сравнению с биотопливом, необработанным ультразвуком.

Реализация результатов работы: разработанное устройство для обработки смесового биотоплива В20 ультразвуком используется в фермерском хозяйстве «ИП Юргенц» Марковского р-на Саратовской области; рекомендовано к применению на всех сельскохозяйственных предприятиях РФ, эксплуатирующих технику, оснащенную дизельными двигателями.

Научные положения работы:

1. Теоретические зависимости влияния обработки ультразвуком биотоплива на технико-экономические и экологические показатели дизельных двигателей.

2. Рациональная схема и конструкция устройства для обработки смесового биотоплива на основе рапсового масла.

3. Результаты стендовых и производственных испытаний тракторного двигателя Д-243 при работе на смесовом биотопливе В20, обработанном ультразвуком.

Апробация работы. Основные положения работы и ее результаты были доложены, обсуждены и получили положительную оценку:

на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» в 2007–2010 гг.;

на Международной научно-практической конференции «Технический сервис в агропромышленном комплексе» в МГАУ им. В.П. Горячкина (г. Москва, 2008 г.);

на международных научно-технических конференциях им. Н.И. Вавилова «Вавиловские чтения» (г. Саратов 2007–2010 гг.);

на Международной научно-технической конференции «Научные проблемы развития ремонта, технического обслуживания машин, восстановления и упрочнения деталей» в ГОСНИТИ (г. Москва, 2009 г.);

на Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Вадивасова (г. Саратов, 2009 г.);

на НТС Министерства сельского хозяйства РФ (г. Москва, 2010 г.); на научно-практической конференции, посвященной 70-летию профессора В.Ф. Дубинина (г. Саратов, 2010 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано в 9 печатных работ, в т.ч. 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК. Имеется патент на полезную модель № 88396. Общий объем публикаций 4,1 п.л., из которых 1,37 п.л. принадлежат автору.

Структура и объем работы: диссертация изложена на 102 страницах машинописного текста; содержит 42 рисунка и 7 таблиц, список использованной литературы из 110 источников и 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение посвящено обоснованию актуальности исследований в области применения альтернативных видов топлива, особенно из возобновляемых биологических ресурсов, в частности рапсового масла.

В первой главе дан краткий анализ достоинств и недостатков различных направлений в области альтернативной энергетики и обоснована актуальность использования топлива на основе рапсового масла.

Анализ работ известных ученых (Антифеев В.Н., Артемов И.В., Белов В.М., Вальехо П.Г., Уханов А.П., Уханов Д.А., Нагорнов С.А., Макушин А.А., Романцова С.В., Огурлиев А.М., Семенов В.Г.) показал, что к факторам эффективности использования биотоплива в АПК относятся возобновляемость, экологичность, экономия дизельного топлива, применение топлива без конструктивных изменений двигателя, повышение ресурса двигателя. Все это дает значительную экономию при внутривозрастном способе производства.

Недостатками, сдерживающими использование смесового биотоплива, являются повышенная вязкость, коксуемость, расслоение на исходные составляющие, а также потеря мощности, повышенный расход топлива дизельным двигателем.

Одним из путей повышения эффективности использования биотоплива является обработка его ультразвуком непосредственно в системе питания двигателя. Это позволяет улучшить физико-химические свойства смесового биотоплива, повысить мощностные и экономические показатели двигателя и улучшить его экологические показатели.

Таким образом, исходя из цели работы были поставлены следующие задачи:

провести анализ использования биотоплива дизельными двигателями; теоретически обосновать использования ультразвука для обработки смесового биотоплива;

разработать ультразвуковое устройство для обработки топлива, встроенное в систему питания дизеля;

определить технико-экономические и экологические показатели двигателя при работе на биотопливе, обработанном ультразвуком;

провести технико-экономическую оценку предложенного устройства для обработки смесового биотоплива В20 ультразвуком.

Во второй главе «Теоретическое обоснование использования ультразвука для обработки смесового биотоплива» изложена суть влияния ультразвука на технико-экономические показатели двигателя.

При смешивании различных видов топлив для питания дизелей таких как дизельное топливо и биотопливо, наблюдается так называемое «расслоение» смеси из-за различной плотности ее компонентов, в связи с этим необходимо произвести ультразвуковую обработку данной смеси для сдерживания эффекта «расслоения». Учитывая такие недостатки смесового биотоплива, как повышенная вязкость, снижение мощности двигателя, повышенный расход топлива, необходимо оптимально использовать эффект эмульгирования, который возникает при обработке смеси В20 ультразвуком.

Объем емкости для обработки ультразвуком смеси при постоянном расходе (протекании через акустическую ванну) можно определить по следующей формуле:

$$V = (l_z + l_2 + l_3)\pi r^2, \quad (1)$$

где r^2 – площадь излучающей накладки, m^2 .

Отсюда

$$l_1 = k [1,3Dc_1 / w - 2h(c_1 / c + 1)]; \quad (2)$$

$$l_z = \ln(N); \quad (3)$$

$$l_2 = Kc_2 / w; \quad (4)$$

$$l_3 = (l_1 + l_z + l_2)0,2, \quad (5)$$

где c_1, c_2 – скорости распространения ультразвуковых колебаний в материалах накладок, m/c ; c – скорость распространения ультразвуковых

колебаний в материале пьезоэлемента, м/с; w – рабочая частота колебательной системы, Гц; h – толщина пьезоэлемента, м; K – коэффициент, выбираемый из условия обеспечения требуемого коэффициента усиления при заданном N ; D – диаметр отражающей накладки, м.

Максимальное время, за которое происходит обработка биотоплива ультразвуком, рассчитывается по формуле (6):

$$\tau = \frac{V}{G_v}, \quad (6)$$

где V – объем емкости, где обрабатывается смесевое биотопливо, м³; G_v – максимальный расход биотоплива, м³/ч.

Проведена количественная оценка энергетического вклада ультразвукового воздействия в процесс эмульгирования. Расчет произведен на основании энергетического баланса жидких сред:

$$N_m = \frac{E_{ак}}{\tau \eta_m}, \quad (7)$$

где N_m – механическая мощность, затрачиваемая при обработке топлива ультразвуком, Вт; $E_{ак}$ – совершенная акустическая работа, Дж; η_m – КПД, характеризующий степень превращения сообщенной акустической энергии в совершаемую механическую работу, принимаем 0,3; τ – время обработки, с.

Совершенную акустическую работу можно определить по формуле Маргулиса:

$$E_{ак} = \frac{q_0 r^2}{2\alpha^2 N_A}, \quad (8)$$

где q_0 – энергия разрыва связи на 1 моль вещества, Дж/моль; r^2 – площадь излучающей накладки, м²; α – диаметр молекулы, м (для растительного масла принимаем $1,7 \cdot 10^{-9}$ м); N_A – число Авогадро ($6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹).

Из преобразования формул (1), (2), (3) получено значение механической мощности затрачиваемой при обработке смесевого биотоплива:

$$N_m = \frac{q_0 r^2}{2\alpha^2 N_A \eta_m \tau}. \quad (9)$$

Формула (9) позволяет рассчитывать геометрические параметры ванны для обработки смесевого биотоплива ультразвуком в зависимости от расхода топлива и его свойств.

Для совершенствования системы подачи топлива в двигатель необходимо определить зависимость между потребляемым объемом топлива и вырабатываемой двигателем мощностью.

По расходу топлива, который зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, можем получить эффективную мощность N_e :

$$N_e = \eta_m \eta_i H_u G_T, \quad (10)$$

где η_m – механический КПД двигателя, %; η_i – индикаторный КПД двигателя, %; H_u – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; G_T – расход топлива, кг/ч.

Теплота сгорания рабочей смеси H_u определяется по формуле (11):

$$H_u = \frac{H_{уд} K_1 + H_{уб} K_2}{1 + \gamma_r}, \quad (11)$$

где $H_{уд}$, $H_{уб}$ – теплота сгорания дизельного топлива и растительного масла, кДж/кг; K_1 , K_2 – массовые доли дизельного топлива и растительного масла соответственно в суммарном расходе топлива; γ_r – коэффициент остаточных газов.

$$H_u = 33,91C + 125,6H - 10,89(O - S) - 2,51(9H + W), \quad (12)$$

где C , H , O , S , W – значения химического состава топлива

Удельный индикаторный расход топлива (рис. 1) определяется по формуле (13):

$$g_i = \frac{3600}{(H_{уд} K_1 + H_{уб} K_2) \eta_i}. \quad (13)$$

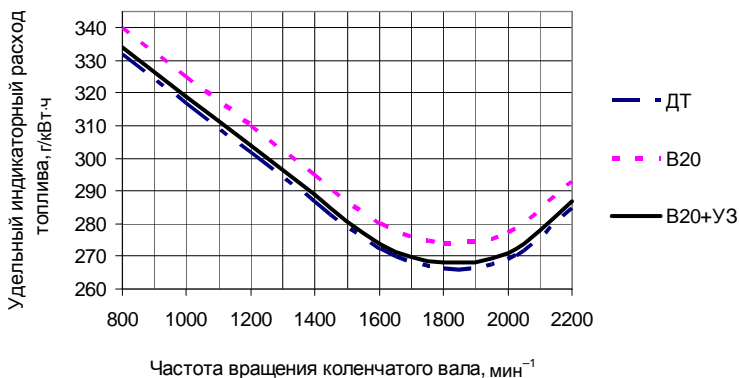


Рис. 1. Удельный расход топлива

Для суммарного расхода дизельного топлива и растительного масла плотность, характеристический фактор и цетановое число могут быть определены по принципу аддитивности:

$$\rho = \rho_1 v_1 + \rho_2 v_2, \quad (14)$$

где ρ_1, ρ_2 – плотность дизельного топлива и растительного масла соответственно, г/см³; v_1, v_2 – объемные доли дизельного топлива и растительного масла соответственно в суммарном расходе топлива.

Характеристический фактор определяется по формуле (15):

$$K_T = K_{T1} v_1 + K_{T2} v_2, \quad (15)$$

где K_{T1}, K_{T2} – характеристический фактор дизельного топлива и растительного масла.

Цетановое число определяется по формуле (16):

$$\text{ЦТ} = \text{ЦТ}_1 v_1 + \text{ЦТ}_2 v_2 \pm \Delta \text{ЦТ}, \quad (16)$$

где $\text{ЦТ}_1, \text{ЦТ}_2$ – цетановое число топлива и растительного масла соответственно; $\Delta \text{ЦТ}$ – поправка, учитывающая неравенство скоростей физических и химических реакций.

Получено аналитическое выражение для определения эффективной мощности двигателя, работающего на смеси дизельного топлива и растительного масла, обработанной ультразвуком.

$$N_{e_{yz}} = \eta_m \eta_i H_u G_T - \frac{q_0 r^2}{2\alpha^2 N_A \eta_m \tau}. \quad (17)$$

При проведении теоретического обоснования использования ультразвука для обработки топлива было установлено, что доказательством его эффективности является выполнение неравенства:

$$N_{e_{yz}} > N_e, \quad (18)$$

где $N_{e_{yz}}$ – эффективная мощность двигателя, работающего на обработанной ультразвуком смеси дизельного топлива (80 %) и рапсового масла (20 %), кВт; N_e – эффективная мощность двигателя, работающего на необработанной смеси дизельного топлива (80 %) и рапсового масла (20 %), кВт.

Теоретические зависимости эффективной мощности при работе на различных видах топлива, рассчитанные по формуле (10) приведены на рис. 2.

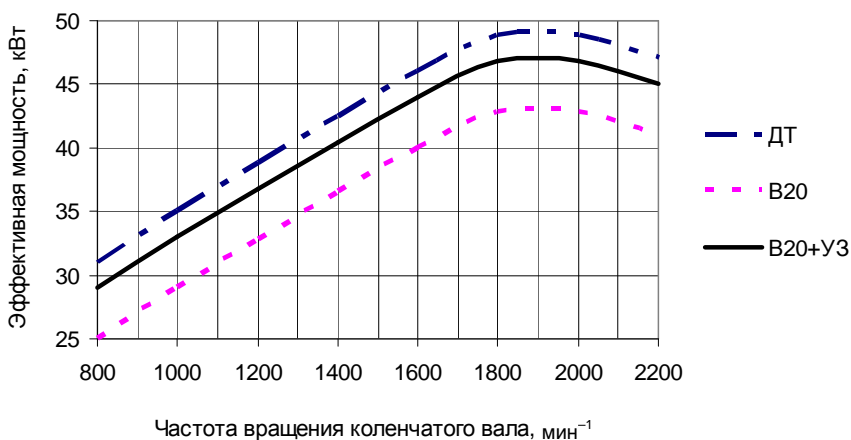


Рис. 2. Эффективная мощность

Таким образом, выведено аналитическое выражение (17), которое позволит обосновать эффективность применения ультразвуковой обработки топлива. На основании аналитических выражений (9) и (10) построены графики, которые теоретически доказывают эффективность обработки топливной смеси В20 ультразвуком. Удельный расход топлива при работе на смешанном биотопливе В20 увеличился до 14,3 %, а при работе на В20, обработанном ультразвуком, – на 5 % по отношению к работе на минеральном дизельном топливе; эффективная мощность при работе на смешанном биотопливе В20 снизилась на 8,7 %, а при работе на В20, обработанном ультразвуком, – на 4 % по отношению к работе на минеральном дизельном топливе. Рассчитаны основные параметры устройства для обработки биотоплива непосредственно в системе питания топливом.

В третьей главе «Методика экспериментальных исследований» изложены программа и общая методика проведения экспериментальных и лабораторных исследований, а также описано оборудование, которое применялось.

На всех этапах исследований применялись следующие виды топлива: товарное минеральное дизельное топливо Л-0,2-62; смешанное биотопливо, состоящее на 20 % из рапсового масла и на 80 % из минерального дизельного топлива Л-0,2-62 (В20);

смесевое биотопливо, состоящее на 20 % из рапсового масла и на 80 % из минерального дизельного топлива Л-0,2-62, обработанное ультразвуком.

Исследования выполняли в несколько этапов:

1. Лабораторные испытания на машине трения ХОБАТ-1. Были проведены ускоренные испытания на износ в соответствии с требованиями ГОСТ 23.224–86.

2. Стендовые испытания на стационарном двигателе Д-243 с машиной динамометрической KS-56/4.

Экспериментально решались задачи определения технико-экологических показателей при эксплуатации тракторов.

Моторные исследования предусматривали определение эффективных и экологических показателей дизеля в условиях регуляторной характеристики с частотами вращения коленчатого вала от 1400 мин⁻¹ (режим максимального крутящего момента) до 2200 мин⁻¹ (режим номинальной мощности) с интервалом 200 мин⁻¹, а также в условиях характеристики холостого хода с частотами вращения коленчатого вала 800 мин⁻¹ (минимально устойчивая частота вращения) и 2330 мин⁻¹ (максимальная частота вращения).

Моторная установка для исследования работы дизеля на смесевом биотопливе В20 включала в себя тракторный дизель 4Ч11/12,5 (Д-243) с системой отвода отработанных газов, динамометрическую машину KS-56/4 со штатными контрольно-измерительными приборами (весовое устройство тормоза, тахометр), а также скомплектованный измерительно-регистрационный комплекс (ИРК).

Измерение дымности (Д, %) отработанных газов на каждом виде биотоплива В20 при работе дизеля на различных нагрузочно-скоростных режимах осуществлялось дымомером КИД-2. Для определения концентрации в отработанных газах углеводородов (СН, %) и оксида углерода (СО,%) использовался газоанализатор АВТОТЕСТ СО-СН-Д.

Отклонения оценочных показателей дизеля при работе на смешанных топливах, обработанных и необработанных ультразвуком, определялись по отношению к их значениям при работе на товарном дизельном топливе Л-0,2-62 с неизменными регулировками основных систем и механизмов и постоянном угле опережения впрыскивания топлива.

3. Производственные испытания на тракторе МТЗ-82.

Оценка показателей работы трактора на биотопливе В20 осуществлялась путем их сравнения с показателями работы трактора на минеральном дизельном топливе. Объектом производственных испытаний являлся пахотный агрегат в составе трактора МТЗ-82 с двигателем Д-243 и двухкорпусным плугом ПЛН-2-35.

За оценочные эксплуатационные показатели были приняты мощность, расход топлива и дымность отработанных газов.

Для измерения и регистрации необходимых параметров применялся комплекс контрольно-измерительной аппаратуры, который состоял из многоканального электронно-цифрового самописца ХН-20/3, электронно-цифрового усилителя, расходомера топлива, дымомера КИД-2, первичных тензометрических датчиков силы тяги на крюке, закрепленных на нижних тягах механизма навески.

В четвертой главе «Совершенствование системы топливоподачи для работы на смесевом биотопливе В20» представлены результаты лабораторных испытаний на машине трения ХОБАТ-1, стендовых испытаний на тормозном стенде с двигателем Д-243 и эксплуатационных исследований работы трактора МТЗ-82. Все виды исследований проводились в трехкратной повторности на товарном дизельном топливе, смесевом биотопливе В20 и смесевом биотопливе В20, обработанном ультразвуком.

Для обработки смесевого биотоплива применялся разработанный ультразвуковой прибор (рис. 3, а), который встраивался в систему питания топливом трактора МТЗ-82 (рис. 3, б).

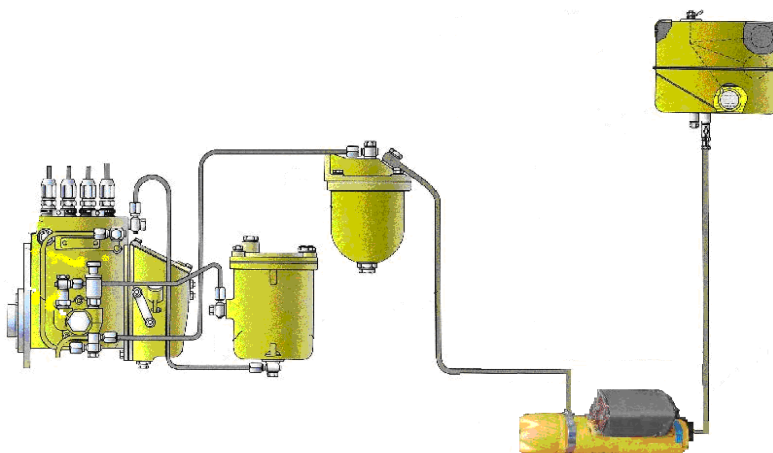
Ультразвуковой прибор на основе магнитострикционных излучателей звука и генератора ультразвука представляет собой цилиндрическую емкость, в которую установлены излучатели ультразвука. Основные параметры устройства приведены в таблице. В емкость вмонтированы входной и выходной патрубки. Биотопливо В20, поступая из топливного бака, попадает в емкость, где обрабатывается ультразвуком.

Ультразвуковой генератор установлен непосредственно на емкости с излучателями ультразвука. Прибор подключается к электрической системе трактора (рис. 4).

На основе экспериментальных исследований получены значения расслоения смесевого биотоплива на основе рапсового масла, которые показывают, что время расслоения при обработке биотоплива ультразвуком увеличивается в 17 раз по сравнению с биотопливом, необработанным ультразвуком (рис. 5).



а



б

Рис. 3. Устройство для ультразвуковой обработки смесового биотоплива В20: а – общий вид ультразвукового прибора; б – схема установки ультразвукового прибора в системе питания топливом

Технические характеристики ультразвукового прибора

| Показатель | Значение показателя |
|---|---------------------|
| Объем, см ³ | 1000 |
| Производительность, г/мин | 300 |
| Частота, кГц | 22 |
| Интенсивность колебаний, Вт/см ² | 2,5 |
| Потребляемая мощность, Вт | 100 |



Рис. 4. Электрическая схема подключения ультразвукового прибора на тракторе: 1 – генератор переменного тока Г-306Б1; 2 – регулятор напряжения РР-362Б; 3 – амперметр; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – включатель «массы»; 6 – ультразвуковой прибор

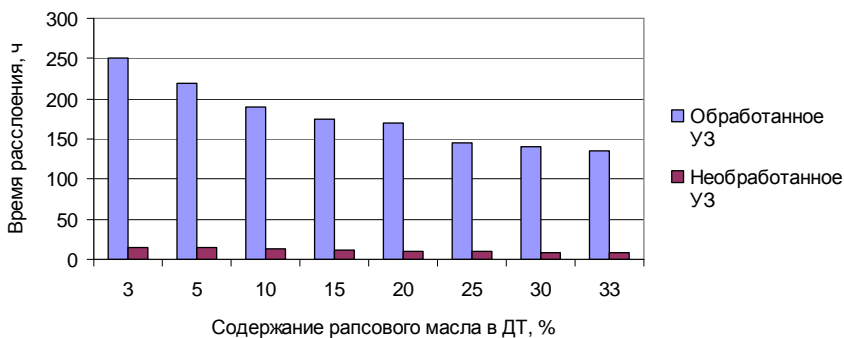


Рис. 5. Зависимость расслоения смеси рапсового масла и ДТ, в зависимости от концентрации масла, полученного механическим способом и при помощи УЗ

Методика определения времени расслоения проводилась согласно ГОСТ 12068–66 «Метод определения времени деэмульсации». Также был проведен хроматографический анализ биотоплива В20, обработанного и необработанного ультразвуком, который показал увеличение количества олеиновой кислоты при обработке ультразвуком с 5 до 9 %, что способствует снижению износа деталей.

Как показали результаты, полученные на машине трения, износ исследуемых образцов при применении биотоплива, обработанного ультразвуком, снизился на 16 % по отношению к необработанному биотопливу (рис. 6). Это можно объяснить тем, что сера и активные молекулы в процессе ультразвукового дробления образуют поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые, соединяясь с поверхностью микрочастиц эмульсии, препятствуют их дальнейшей коагуляции, что способствует улучшению триботехнических характеристик.

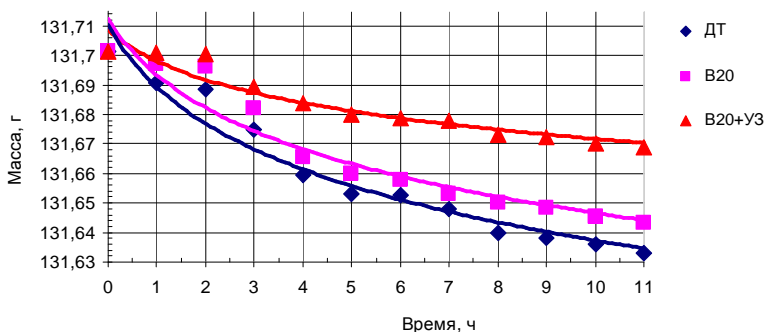


Рис. 6. Интенсивность изнашивания образцов в ходе эксперимента

Результаты сравнительных моторных исследований дизеля Д-243 по мощностным, топливно-экономическим и экологическим показателям оказались следующими.

В условиях регуляторной характеристики в диапазоне частот вращения коленчатого вала от 1400 мин⁻¹ до 2200 мин⁻¹ наибольшую мощность двигатель выдает при работе на товарном дизельном топливе и несколько меньшую – на смесевом топливе В20, обработанном ультразвуком (рис. 7). Наименьшую мощность выдает дизель при работе на биотопливе В20. Например, при частоте вращения 1800 мин⁻¹ эффективная мощность дизеля при работе на дизельном топливе (ДТ) составила 48,4 кВт, на биотопливе В20, обработанном ультразвуком, – 47,6 кВт, на биотопливе В20 – 46,1 кВт. Таким образом, максимальное снижение мощности при работе на смесевом биотопливе В20, обработанном ультразвуком, составило около 5 %, а без обработки ультразвуком – 9,8 %.

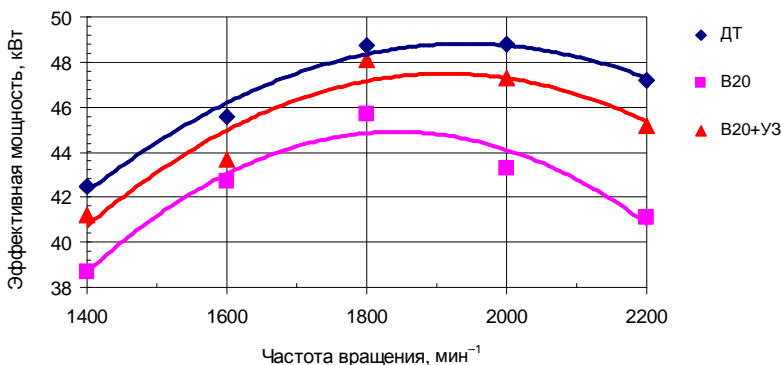


Рис. 7. Зависимость мощности от частоты вращения двигателя Д-243 в условиях регуляторной характеристики

Наименьший часовой расход топлива (рис. 8) отмечается при работе дизеля на товарном дизельном топливе; при работе на смесевом биотопливе B20 – увеличивается по отношению к ДТ от 7 до 8,6 %. При обработке биотоплива B20 ультразвуком часовой расход снизился по отношению к B20 на 6 % (в зависимости от частоты вращения коленчатого вала). Например, при частоте вращения коленчатого вала 2200 мин⁻¹ часовой расход увеличился с 15,02 кг/ч при работе на ДТ до 16,98 кг/ч при работе на смесевом биотопливе B20, т.е. на 8,6 %. Однако при работе на обработанном ультразвуком смесевом биотопливе часовой расход снизился до 15,65 кг/ч, то есть на 6 % по отношению к работе дизеля на B20.

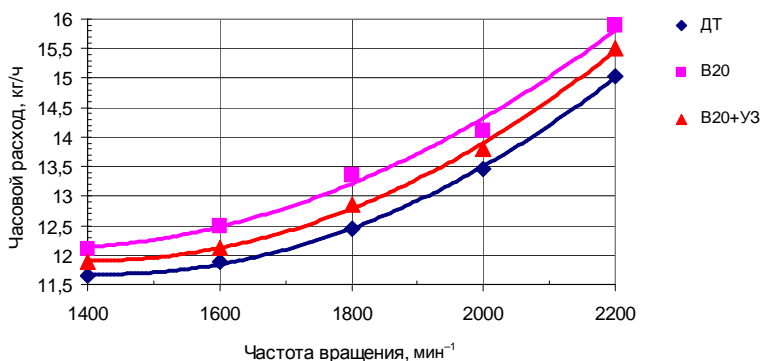


Рис. 8. Зависимость часового расхода топлива от частоты вращения двигателя Д-243 в условиях регуляторной характеристики

При работе на смесевом биотопливе В20 удельный эффективный расход (рис. 9) возрастает на 9,8 % при частоте 1400 мин^{-1} , до 7,2 % при частоте 2200 мин^{-1} по сравнению с товарным ДТ. При обработке биотоплива В20 ультразвуком удельный эффективный расход снижается от 5 до 6,6 %, в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя относительно не обработанного ультразвуком биотоплива В20.

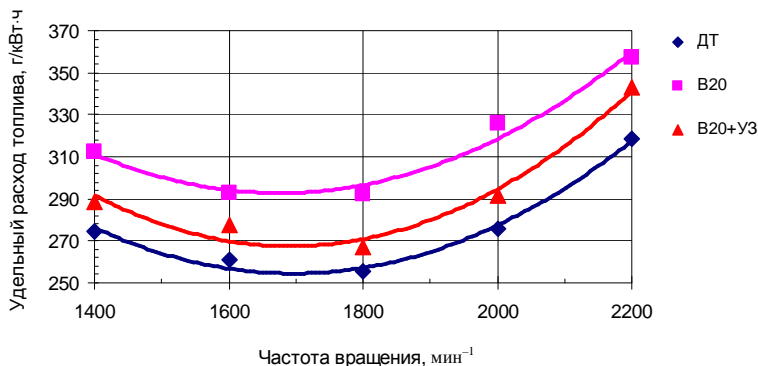


Рис. 9. Зависимость удельного расхода топлива от частоты вращения двигателя Д-243 в условиях регуляторной характеристики

Наилучшие экологические показатели отмечаются при работе дизеля на смесевом биотопливе В20, обработанном ультразвуком. По сравнению с работой на ДТ дымность снижается на 12–18 %. При работе на необработанном ультразвуком биотопливе В 20 дымность снижается на 5–8 % по отношению к ДТ (рис. 10).

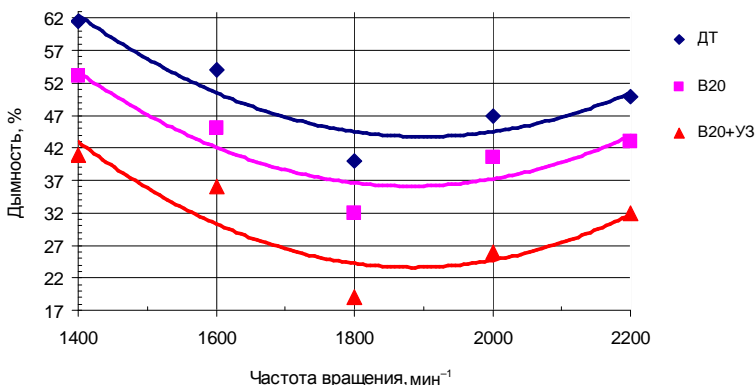


Рис. 10. Зависимость дымности от частоты вращения двигателя Д-243 в условиях регуляторной характеристики

На режиме холостого хода топливная экономичность дизеля при работе на биотопливе В20 по сравнению со ДТ ухудшается. Так, при минимально устойчивой частоте вращения 800 мин^{-1} часовой расход составляет $1,37 \text{ кг/ч}$, при работе на биотопливе В20, обработанном ультразвуком, – $1,39 \text{ кг/ч}$, а при работе на биотопливе В20 – $1,43$; при максимальной частоте вращения 2330 мин^{-1} соответственно $4,65$; $4,75$ и $5,1 \text{ кг/ч}$. На графиках видно, что при обработке смесового топлива В20 ультразвуком значительно снижается расход топлива по сравнению с необработанным биотопливом.

По экологическим показателям наименьшая концентрация вредных веществ в отработанных газах на режиме холостого хода во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала от 800 мин^{-1} до 2330 мин^{-1} отмечается при работе дизеля на смесовом биотопливе В20, обработанном ультразвуком. Дымность при этом снижается на $6,1 \%$ по сравнению с ДТ. При работе на необработанном биотопливе В20 дымность снижается не более чем на $3,3 \%$ по отношению к чистому ДТ.

Улучшение технико-экономических и экологических характеристик при применении смесового биотоплива В20, обработанного ультразвуком, можно объяснить тем, что при этом происходит разрыв связей молекул топлива с образованием радикалов, которые имеют большую способность к возгоранию, чем замкнутые молекулы. Данное явление способствует более полному сгоранию топливной смеси, и, как следствие, снижению дымности отработанных газов.

Результаты проведенных производственных испытаний показали, что часовой расход топлива независимо от его вида возрастает по мере увеличения крюковой мощности (рис. 11).

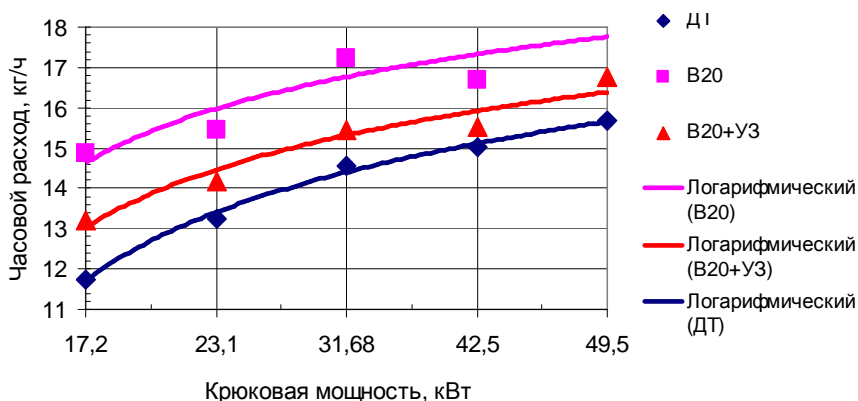


Рис. 11. Изменение показателей топливной экономичности трактора МТЗ-82 в условиях пахоты в зависимости от крюковой мощности

Дымность (рис. 12) при работе на биотопливе В20 снизилась на 10 %, а при работе на биотопливе В20, обработанном ультразвуком, – на 20 % по отношению к работе на минеральном дизельном топливе.

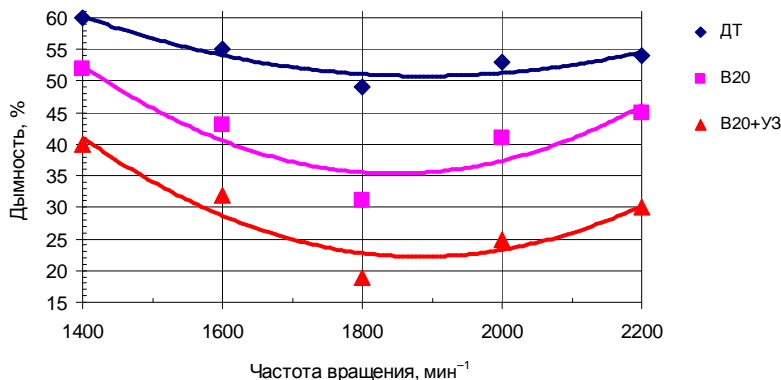


Рис. 12. Дымность трактора МТЗ-82 в условиях пахоты

Если показатели при работе двигателя на чистом ДТ и биотопливе В20, обработанном ультразвуком, практически аналогичны и расхождение составляет 8–10 %, что для производственных испытаний незначительно превышает ошибку опыта, то на топливе В20 расхождение составляет от 15–20 %.

В пятой главе «Расчет экономической эффективности применения ультразвукового прибора для обработки смесового биотоплива В20» на основе данных производственных испытаний установлена себестоимость прибора для обработки смесового биотоплива В20 ультразвуком – 3776,69 руб. Результаты расчетов также показали, что годовой экономический эффект составляет 11210 руб. на один трактор МТЗ-82. Расчет экономической эффективности проводился при условии, что рапсовое масло производится и используется внутри хозяйства.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ литературных источников научных исследований и патентной информации показал, что сдерживающими факторами использования смесового биотоплива в тракторных двигателях является снижение мощности, повышенный расход топлива и его расслоение. Один из путей устранения этих недостатков – использование ультразвука для его обработки биотоплива.

2. Получены аналитические выражения, позволяющие определить конструктивно-режимные параметры ультразвукового устройства и влияние ультразвуковой обработки на мощностные и экономические показатели двигателя.

3. Разработано, изготовлено и испытано устройство (патент на полезную модель № 88396) для ультразвуковой обработки смесового биотоплива В20. Устройство устанавливается непосредственно в систему питания топливом трактора. Полезный объем устройства 1000 см³, потребляемая мощность 100 Вт, производительность 300 г/мин.

4. Сравнительные износные исследования на машине трения ХОБАТ-1 показали улучшение триботехнических свойств при применении биотоплива В20 (80 % ДТ и 20 % рапсового масла). Установлено, что использование ультразвука для обработки биотоплива В20 позволяет снизить износ на 16 % по сравнению с необработанным ультразвуком биотопливом.

5. Стендовые испытания показали, что эффективная мощность при работе на биотопливе снижается на 7–9,8 % по отношению к ДТ, тогда как на обработанном ультразвуком повышается на 7 % по сравнению с необработанным В20. При работе дизеля на биотопливе часовой расход его возрастает на 7–8,6 %, в то время как на обработанном ультразвуком снижается на 5 % по отношению к необработанному биотопливу. Дымность при работе на биотопливе снижается до 8 %, а при работе на обработанном ультразвуком биотопливе В20 на 12–18 % относительно ДТ.

6. Производственные испытания подтвердили полученные на стенде показатели по расходу топлива, мощности и дымности дизельного двигателя. Расхождение значений составило около 8 % в зависимости от показателя.

7. Годовой экономический эффект составил 11210 руб. на один трактор МТЗ-82 (по сравнению с расходом дизельным двигателем биотоплива, необработанного ультразвуком). Экономический эффект рассчитывался из условий производства и применения рапсового масла внутри хозяйства.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах

1. Альтернативное топливо для сельскохозяйственной техники / С. А. Фадеев, [и др.] // Рекомендации производству. – Саратов, 2009. – 24 с. (1,5/0,375 п. л.)

* 2. Фадеев, С. А. Улучшение показателей тракторного дизеля при работе на биодите, обработанном ультразвуком / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. П. Уханов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М., 2009. – С. 4–6. (0,14/0,047 п. л.)

* 3. Фадеев, С. А. Сафлоровое масло вместо рапсового / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. А. Кожевников // Сельский механизатор : информ.-аналит. журн. – М., 2010. – № 6. – С. 34–35. (0,31/0,1п. л.)

4. Фадеев, С. А. Влияние биодита, обработанного ультразвуком на экологические показатели дизелей / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. А. Кожевников // Материалы Межгосударственного научно-технического семинара «Проблемы экономичности и эксплуатации ДВС». – Саратов, 2010. – С. 42–45. (0,25/0,083 п. л.)

5. Фадеев, С. А. Использование биотоплива в тракторном дизеле / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. А. Кожевников // Совершенствование технологий и организации обеспечения работоспособности машин. – Саратов, 2009. – С. 62–66. (0,25/0,083 п. л.)

6. Фадеев, С. А. Обоснование применения ультразвука для обработки топливной смеси / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских // Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию В.Ф. Дубинина. – Саратов, 2010. – С. 66–70. (0,25/0,125 п. л.)

7. Фадеев, С. А. Улучшение качества биотоплива путем использования ультразвука / С. А. Фадеев // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения». – Саратов, 2009. – С. 380–382 (0,14/0,14 п. л.)

8. Фадеев, С. А. Эффективность использования биотоплива в тракторных двигателях/ С. А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. А. Кожевников // Рекомендации производству. – Саратов, 2010. – 22 с. (1/0,3 п. л.)

9. Фадеев, С.А. Улучшение биодизельного топлива путем обработки ультразвуком / С. А. Фадеев, Б. П. Загородских // Материалы Междун. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Д.Г. Вадивасова – Саратов, 2009. – С. 58–60. (0,135/0,0675 п. л.)

10. Устройство для ультразвуковой обработки биотоплива : Пат. 88396 Рос. Федерация : МПК F 02 M 27/08 / Б. П. Загородских, С. А. Фадеев ; заявитель и патентообладатель СГАУ им. Н.И. Вавилова. – № 2009127033/22 ; заявл. 14.07.2009 ; опубли. 10.11.2009, Бюл. № 31.

* Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК.

Подписано в печать 24.03.11. Формат 60×84 ¹/₁₆
Печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ 163/160

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»
410012, Саратов, Театральная пл., 1.