

На правах рукописи

Кожевников Александр Александрович

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕСЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО
ТОПЛИВА (НА ОСНОВЕ САФЛОРОВОГО МАСЛА)**

05.20.03 – Технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Саратов 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» (ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор,
Загородских Борис Павлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств» ФГБОУ
ВПО «Саратовский ГАУ»
Рудик Феликс Яковлевич

кандидат технических наук, доцент
кафедры «Автомобили и двигатели»
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГТУ им.
Ю.А. Гагарина»
Никитин Александр Владимирович

Ведущая организация – ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

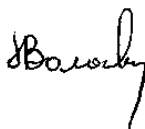
Защита диссертации состоится «01» июня 2012 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.03 при ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. 325.

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

Отзывы на автореферат направлять по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл. 1. Ученому секретарю диссертационного совета, dissovet@sgau.ru.

Автореферат разослан «24» апреля 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Н.П. Волосевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В последние годы происходит повышение цен на дизельное топливо, что обуславливает увеличение себестоимости сельскохозяйственной продукции. Одним из перспективных видов топлива является смесевое дизельное топливо на основе растительных масел. Оно наиболее доступно отечественному сельхозтоваропроизводителю. Его применение позволит снизить энергетическую зависимость сельского хозяйства от поставщиков нефтепродуктов и уменьшить вредные выбросы в атмосферу от тракторной техники.

К недостаткам использования смесевого дизельного топлива относятся: повышенная вязкость и коксуемость, а также застывание при низких температурах. Поэтому необходимо проведение исследований по адаптации к нему топливной аппаратуры двигателей с учетом этих недостатков.

В европейской части России для производства смесевого дизельного топлива в основном используется рапс, применение которого в засушливых регионах нецелесообразно из-за небольшой урожайности при дефиците влаги и высоких агротехнических требований. Поэтому исследование работоспособности топливной аппаратуры тракторных двигателей и ее совершенствование для использования смесевого дизельного топлива на основе засухоустойчивого сафлора является актуальной задачей.

Актуальность работы также подтверждается тем, что она выполнялась по приоритетному направлению развития ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» № 01201151795 от 09.02.2011 г. «Модернизация инженерно-технического обеспечения АПК» по темам «Проведение научных исследований по повышению надежности и эффективности использования мобильной техники в сельском хозяйстве» и «Разработка технологий получения альтернативного топлива и рекомендаций по его применению в АПК»; по договору с Ассоциацией аграрного образования и науки (г. Саратов) в 2009–2011 гг.

Цель работы: обеспечение работоспособности топливной аппаратуры тракторов сельскохозяйственного назначения при

использовании смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла.

Объект исследований: процесс работы топливной аппаратуры дизелей при использовании смесового дизельного топлива.

Предмет исследований: закономерности изменения показателей эффективности работы топливной аппаратуры тракторных дизелей при работе на смесовом дизельном топливе с использованием устройства для его подогрева.

Научная новизна работы состоит в теоретическом обосновании и экспериментальном подтверждении эффективности применения смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла при эксплуатации сельскохозяйственной техники и его использования в топливной системе дизелей при низких температурах окружающего воздуха.

Практическая ценность работы: разработано, изготовлено и испытано устройство для подогрева смесового дизельного топлива, встраиваемое в систему питания дизельного двигателя, обеспечивающее работоспособность топливной аппаратуры дизелей при использовании смесового дизельного топлива. Новизна устройства для подогрева смесового дизельного топлива подтверждена патентом РФ на полезную модель № 105289.

Реализация результатов работы: разработанное устройство для подогрева смесового дизельного топлива используется в ИП «Юргенс» Энгельского района Саратовской области; изданы рекомендации по применению устройства на сельскохозяйственных предприятиях РФ, эксплуатирующих технику, оснащенную дизельными двигателями.

Научные положения работы, выносимые на защиту:

1. Математическая модель изменения вязкости топлива от температуры и давления, аналитические выражения изменения цикловой подачи топливного насоса высокого давления (ТНВД) в зависимости от вязкости и температуры.

2. Результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла на работоспособность топливной аппаратуры и двигателя.

3. Результаты экспериментальных исследований устройства для подогрева смесового дизельного топлива, их технико-экономические и экологические оценки.

Апробация работы. Основные положения работы и ее результаты доложены и одобрены на НТС Депнаучтехполитики Минсельхоза РФ (г. Москва, 2010); научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» (2010–2012 гг.); межгосударственных научно-технических семинарах «Проблемы экономичности и эксплуатации ДВС в АПК СНГ» (г. Саратов, 2009–2011); конференциях: «Разработки молодых ученых в области повышения эффективности и использования топливно-энергетических ресурсов» в рамках выставки «Энергетика. Энергоэффективность 2009» (г. Саратов, 2009), «Научное обеспечение АПК» в рамках выставки «Саратов-АГРО 2011» (г. Саратов, 2011); на международных научно-практических конференциях: «Вавиловские чтения» (г. Саратов, 2009–2011), «Актуальные проблемы энергетики АПК» (г. Саратов, 2009), «Научные проблемы развития ремонта, технического обслуживания машин, восстановления и упрочнения деталей» в ГОСНИТИ (г. Москва, 2009), «Трибология и экология» (г. Москва, 2010).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, в т. ч. 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, получен патент на полезную модель № 105289. Общий объем публикаций составляет 5,83 п. л., из которых 2,37 п. л. принадлежат соискателю.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 112 страницах компьютерного набора, содержит 42 рисунка, 7 таблиц, список использованной литературы из 110 источников, из которых 13 на иностранном языке, и 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение посвящено обоснованию актуальности исследований в области применения альтернативных видов топлива и рекомендациям по его применению.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» дан краткий анализ достоинств и недостатков различ-

ных направлений в области альтернативной энергетики и обоснована актуальность использования смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла.

Анализ работ известных ученых (Антифеев В.Н., Артемов И.В., Белов В.М., Вальехо П.Г., Уханов А.П., Савельев Г.С., Девянин С.Н., Загородских Б.П., Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Макушин А.А., Рачкин В.А., Семенов В.Г., Марков В.А) показал, что при использовании смесового дизельного топлива с содержанием растительного масла более 50 % необходимо конструктивное изменение топливной системы и двигателя. Также выяснено, что наиболее оптимальным соотношением компонентов данного топлива с точки зрения закоксуывания распылителей форсунок, нагарообразования, ресурса и технико-экономических характеристик двигателя является 20 % растительного масла и 80 % дизельного топлива.

К факторам эффективности использования смесового дизельного топлива в АПК относятся: возобновляемость, экологичность, экономия дизельного топлива, возможность применения топлива без конструктивных изменений двигателя. Все это дает значительную экономию при внутривладельческом способе производства топлива.

Недостатками, сдерживающими использование смесового дизельного топлива, являются повышенная вязкость, коксующесть, потеря мощности, повышенный расход топлива и сложность использования при низких температурах.

Мероприятиями по повышению эффективности использования смесового дизельного топлива являются рациональный выбор культур для его производства и адаптация к нему топливной аппаратуры.

Смесовое дизельное топливо может производиться более чем из 50 масличных культур. В Европе и России самой распространенной культурой для его производства является рапс. Агротехника рапса достаточно сложна, затратна, а урожайность нестабильна. Поэтому в засушливых регионах более предпочтительной культурой является сафлор. Следует отметить, что в засушливом 2010 г. урожайность сафлора в Саратовской области составила 10–14 ц/га.

Исходя из цели работы и проведенного анализа, были поставлены следующие задачи:

- провести анализ использования смесового дизельного топлива в тракторных двигателях сельхоз назначения;
- теоретически определить показатели топливной аппаратуры при работе на смесовом дизельном топливе;
- экспериментально исследовать влияние смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла на показатели работы топливной аппаратуры и дизельного двигателя при стендовых и эксплуатационных испытаниях;
- разработать и обосновать конструктивные параметры устройства для подогрева смесового дизельного топлива, встроенного в систему питания дизельного двигателя;
- оценить экономическую эффективность предлагаемых разработок.

Во второй главе «Математическое моделирование процесса подачи смесового дизельного топлива в дизелях» представлена методика моделирования зависимости значений вязкости смесового дизельного топлива от параметров его подачи, которыми являются давление, плотность и температура.

Исходными данными для проведения анализа и математического моделирования служили данные физико-химического состава смесовых дизельных топлив.

Связь вязкости топлива ν с его плотностью определяется логарифмической зависимостью (1)

$$\lg \nu + \lg 10^6 = \frac{(1,3 \cdot 10^{-3} \cdot \rho - 1)}{(1 - 10^{-3} \cdot \rho)}, \quad (1)$$

где ρ – плотность топлива, кг/м³.

Из выражения (1) получаем выражение для определения вязкости (2):

$$\nu = 10^{\frac{(1,3 \cdot 10^{-3} \cdot \rho - 1)}{(1 - 10^{-3} \cdot \rho)} - \lg 10^6}. \quad (2)$$

Изменение вязкости ν_t с изменением температуры может быть найдено по значению вязкости ν_0 при 20 °С из зависимости (3)

$$\nu_t = \nu_0 + (1,1\nu_0 - 0,3) \cdot (1,3 - \lg t), \quad (3)$$

где ν_0 – кинематическая вязкость вещества при температуре 20°C, Па·с; ν_t – кинематическая вязкость вещества при температуре t , Па·с.

Изменение вязкости с изменением давления может быть определено из выражения

$$\frac{\nu_p}{\nu_a} = e^{10bp}, \quad (4)$$

где ν_a – кинематическая вязкость вещества при атмосферном давлении, Па·с, ν_p – кинематическая вязкость вещества при давлении P , Па·с, b – постоянная для топлива, определяемая по формуле (5):

$$b = 1,4 \cdot 10^{-3} + 1,56 \cdot \nu_0 \cdot 10^{-6}. \quad (5)$$

Для определения зависимости топливоподачи от давления и температуры получена математическая модель, описывающая зависимость изменения вязкости от температуры и давления.

Так как в одном случае вязкость зависит от температуры, а в другом от давления, то зависимость вязкости от этих двух величин можно свести к общему выражению (6):

$$\begin{cases} \nu_t = \nu_0 + (1,1\nu_0 - 0,3) \cdot (1,3 - \lg t), \\ \nu_p = \nu_a \cdot e^{10bp}. \end{cases} \quad (6)$$

Математическая модель будет иметь следующий вид:

$$\nu = \begin{vmatrix} t_0 P_0 & t_0 P_{0+1} \cdots & t_0 P_j \\ t_{0+1} P_0 & t_{0+1} P_{0+1} \cdots & t_{0+1} P_j \\ t_i P_0 & t_i P_{0+1} \cdots & t_i P_j \end{vmatrix}, \quad (7)$$

где t_0 – начальное значение температуры, °С; p_0 – значение давления, равное атмосферному ~0,1 МПа; p_j – значение давления, равное предельно допустимому при эксплуатации ТНВД; t_i – конечное значение температуры, °С.

На основании полученной математической модели расчетным путем определена вязкость смесового дизельного топлива на основе сафлорового (СМ) и рапсового (РМ) масел в различ-

ных процентных соотношениях при разной температуре и давлении. В результате полученных значений выяснено, что вязкость топлива на основе СМ ниже, чем на основе РМ. Это делает предпочтительным использование СМ по более низким значениям вязкости. На основе полученной математической модели построен график зависимости вязкости смесового дизельного топлива из 20 % СМ и 80 % ДТ от температуры и давления (рис. 1).

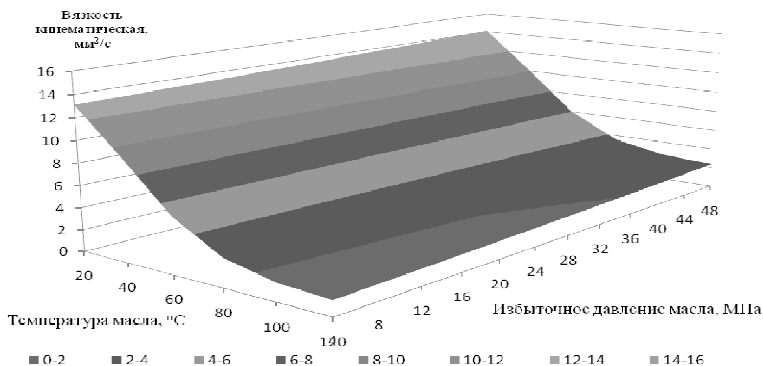


Рис. 1. Графическая зависимость вязкости смесового дизельного топлива от воздействия температуры и давления

Часовой расход топлива $G_{T.H}$ определяется из выражения:

$$G_{T.H.} = \frac{6V_u i_n n_n \rho}{10^5} = 6V_u i_n i_{n.u.} n_n \rho, \quad (8)$$

где ρ – плотность топлива, кг/м^3 ; V_u – цикловая подача топлива, м^3 ; i_u – число цилиндров; n_n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} ; i_n – число плунжеров в насосе; $i_{n.u.}$ – число цилиндров, обслуживаемых одним или системой одновременно работающих плунжеров.

Из формулы (8) получаем аналитическое выражение (9) для определения цикловой подачи топлива

$$V_u = \frac{10^2 N_e g_e}{6n_n i_n \rho} = \frac{10^5 G_{T.H.}}{6n_n i_n \rho}. \quad (9)$$

Из выражения (1) имеем:

$$\rho = \frac{\lg \nu + 7}{7,3 \cdot 10^{-3} + \lg \nu \cdot 10^{-3}}. \quad (10)$$

Подставив полученное выражение для плотности (10) в формулу (9), получим аналитическое выражение (11), показывающее взаимосвязь вязкости топлива и цикловой подачи:

$$V_{ц} = \frac{10^2 N_e g_e \cdot (7,3 \cdot 10^{-3} + \lg \nu \cdot 10^{-3})}{6 n_n i_n \rho \cdot (\lg \nu + 7)} \quad (11)$$

Анализ полученных значений (рис. 2) показывает, что при снижении вязкости цикловая подача ТНВД уменьшается.

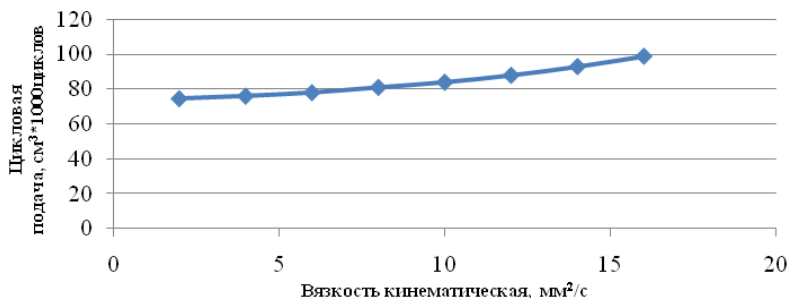


Рис. 2. Влияние вязкости на цикловую подачу ТНВД 4УТНМ

Анализируя данные по смесевому дизельному топливу состоящему из 20 % СМ и 80 % ДТ можно сделать вывод о том, что при температуре 40–50 С значение вязкости и цикловой подачи приближается к нормативным значениям работы топливной системы двигателя. При увеличении процентного содержания растительного масла необходим подогрев до более высоких температур. Это говорит о предпочтительности 20%-го содержания растительного масла, т.к. достигаются наименьшие затраты на подогрев.

Полученная математическая модель и аналитические выражения позволяют определить параметры работы устройства для подогрева смесового дизельного топлива.

В третьей главе «Программа и общая методика экспериментальных исследований» изложены программа и общая методика проведения экспериментальных и лабораторных исследований.

Программа экспериментальных исследований включала:

- лабораторные испытания по определению вязкости смешанного дизельного топлива в зависимости от температуры;
- безмоторные испытания влияния вязкости смешанного дизельного топлива на показатели работы ТА; износные испытания влияния сафлорового смешанного дизельного топлива на детали ТА; стендовые испытания для определения технико-экономических и экологических показателей с использованием двигателя Д-240;
- производственные испытания, проводимые непосредственно в хозяйстве.

Для определения оптимальной температуры нагрева смешанного дизельного топлива проводились лабораторные исследования изменения его вязкости в зависимости от температуры по ГОСТ 33–2000 вискозиметром Оствальда. Показания вискозиметра снимались при температурах 20–70 °С с интервалом 10 °С.

Безмоторные испытания влияния вязкости смешанного дизельного топлива на показатели работы ТА проводились на стенде КИ-22210. Определялись значения цикловой подачи ТНВД 4УТНМ при различных температурах топлива.

Для оценки влияния смешанного дизельного топлива на износ деталей топливной аппаратуры разработана методика стендовых ускоренных сравнительных износных испытаний.

Стендовые испытания проводились на стационарном двигателе Д-240 с динамометрической машиной КС-56/4. Исследования предусматривали определение технико-экономических и экологических показателей дизеля в условиях регуляторной характеристики с частотами вращения коленчатого вала от 1400 до 2200 мин⁻¹ при использовании различных топлив.

С целью подтверждения данных по работе устройства для подогрева смешанного дизельного топлива были проведены производственные испытания на тракторе МТЗ-82 с ТНВД

4УТНМ, комплектом форсунок ФД-22. Определялись значения расхода топлива, мощности и дымности двигателя.

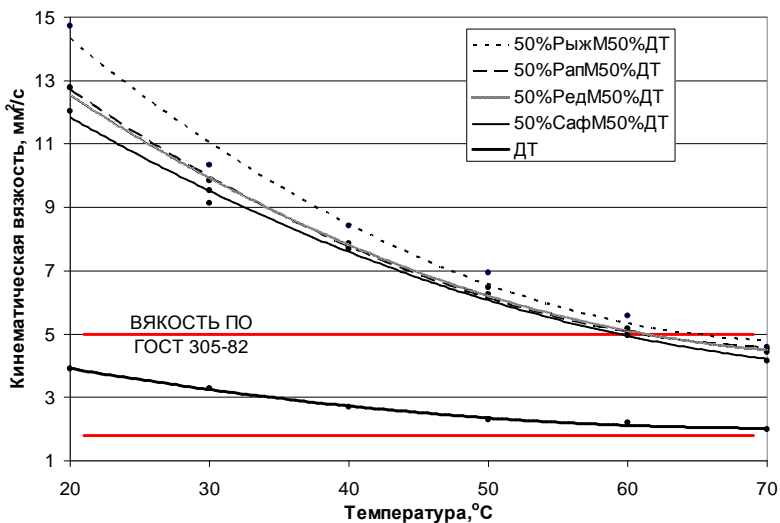
Проверка работоспособности устройства для подогрева смесового дизельного топлива проводилась в зимнее время на тракторе ЮМЗ-6Л с ТНВД 4УТНМ при температуре окружающей среды ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. В ходе испытания измерялась температура смесового дизельного топлива.

В четвертой главе «Адаптация топливной аппаратуры дизелей для работы на смесовом дизельном топливе» представлены результаты лабораторных, стендовых и производственных испытаний.

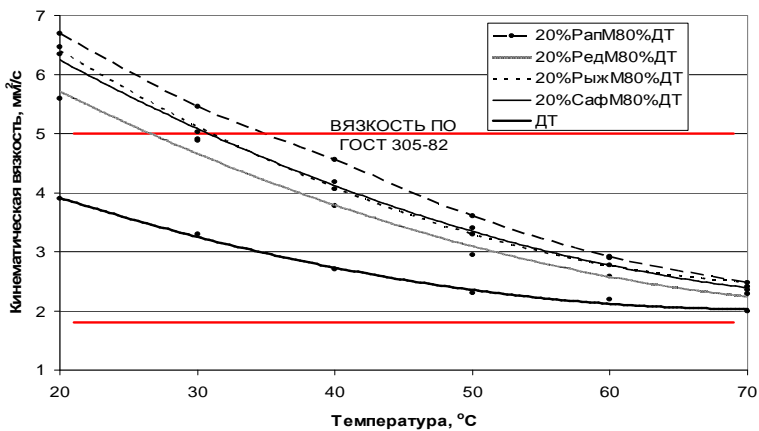
В ходе лабораторных исследований, для определения оптимальной температуры нагрева смесового дизельного топлива, была определена вязкость смесового дизельного топлива на основе следующих растительных масел: рапсового (РапМ), масличной редьки (Ред), рыжика (Рыж) и сафлора (Саф). Исследовались три вида композиций смесового дизельного топлива: 20 % растительного масла и 80 % дизельного топлива (ДТ), 30 % и 70 %, 50 % и 50 % соответственно. Результаты измерения вязкости приведены на рис. 3.

Для приближения вязкости смесового дизельного топлива к дизельному необходим подогрев 20%-й композиции до температуры $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 30%-й – до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 50%-й до $60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также выяснено, что у смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла вязкость ниже в среднем на 5 %, чем у рапсового. Это показывает перспективность использования сафлорового масла.

Влияние вязкости смесового дизельного топлива на основе СМ на показатели работы ТА проводились на базе стенда КИ-22210. Испытания проводились на 4 видах топлива: 1) на отстоянном дизельном топливе (соответствующем ГОСТ 305–82); 2) на смесовом дизельном топливе с 20%-м содержанием СМ; 3) на смесовом дизельном топливе с 30%-м содержанием СМ; 4) на смесовом дизельном топливе с 50%-м содержанием СМ. На рис. 4 приведены кривые изменения цикловой подачи в режиме номинальной подачи ТНВД.



a



б

Рис. 3. Изменение вязкости смешанного дизельного топлива в зависимости от температуры при: содержании растительного масла: *a* – 50 %; *б* – 20 %

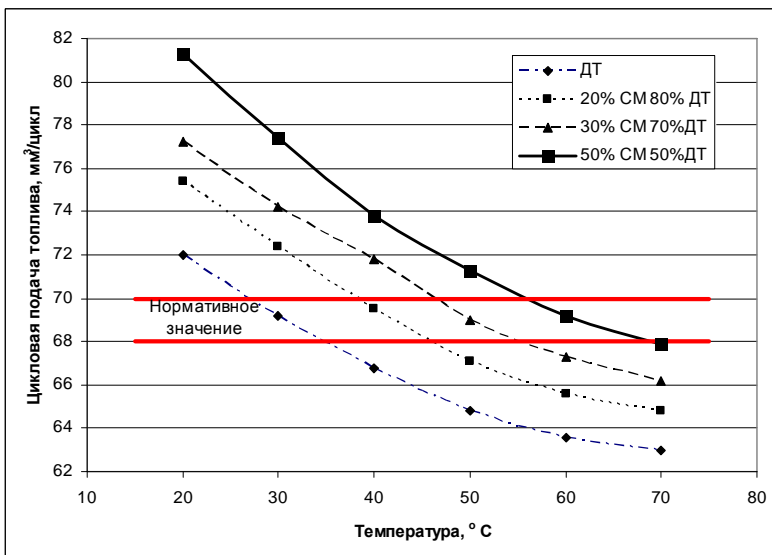


Рис. 4. Изменение цикловой подачи ТНВД 4УТНМ при различных температурах топлива в режиме номинальной подачи топлива

Таким образом, проведенные испытания показали, что цикловая подача биотопливных композиций при 20–30 °С значительно выше нормативной из-за повышенной вязкости. Однако при подогреве смешанного дизельного топлива до температуры 40–50 °С цикловая подача соответствует требуемой.

Известно, что смешанное дизельное топливо имеет лучшие смазывающие свойства, чем дизельное, и меньшее содержание серы. Помимо этого, оно содержит олеиновую кислоту, что обуславливает образование на поверхности деталей топливной аппаратуры поверхностно-активных веществ. Для сравнения износостойкости плунжерных пар, работающих на летнем ДТ (ГОСТ 305–82) и смешанном дизельном топливе, состоящем из 20 % СМ и 80% ДТ, проведены сравнительные ускоренные износные испытания. На рис. 5 показано изменение цикловой подачи топлива ТНВД в зависимости от времени испытания.

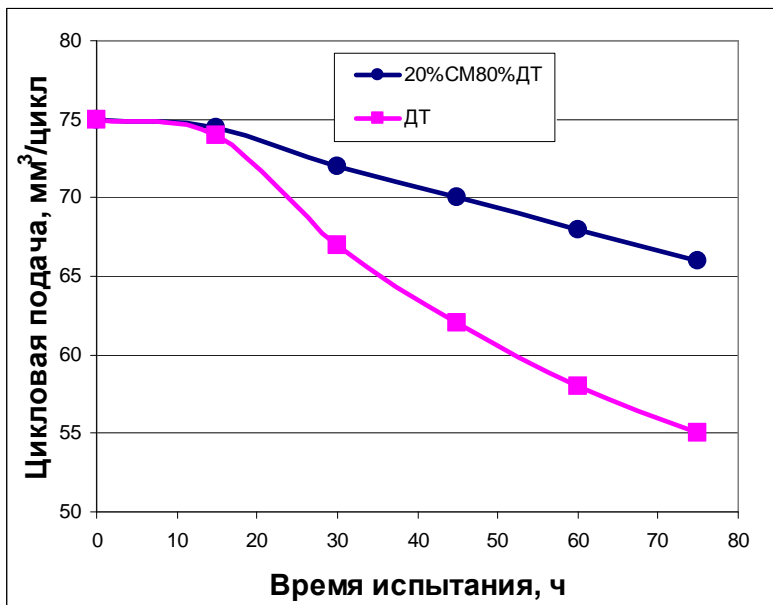
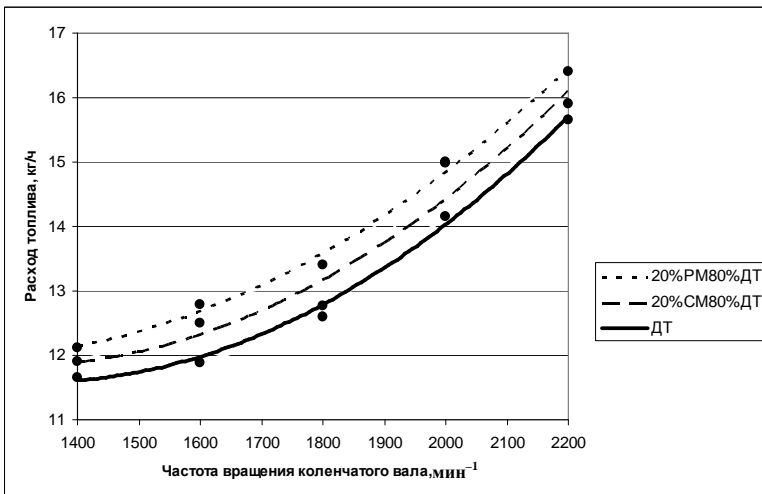


Рис. 5. Изменение цикловой подачи топлива в зависимости от времени испытания

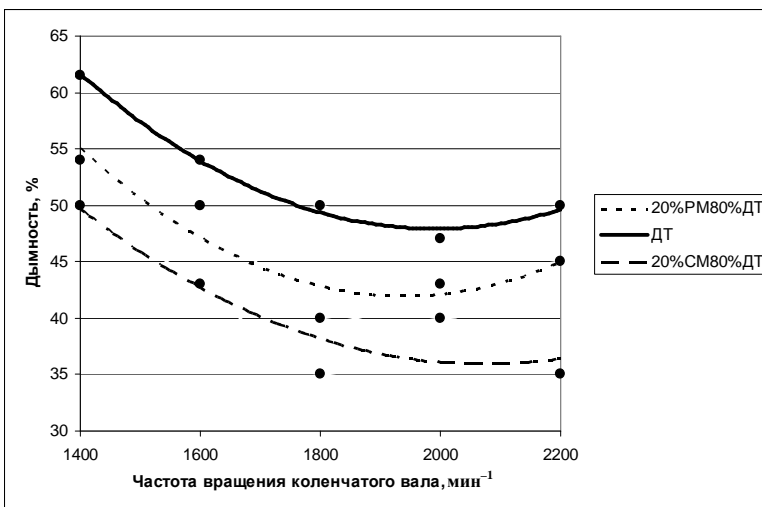
Анализом полученных данных установлено, что износостойкость плунжерных пар, работающих на смесевом топливе, возрастает на 14–17 % по сравнению с работой на ДТ.

Стендовые испытания на различных скоростных режимах проведены путем сравнения показателей работы дизельного двигателя на товарном дизельном топливе (ГОСТ 305–82), смеси 80 % ДТ и 20 % сафлорового масла (СМ) и смеси 80 % ДТ и 20 % рапсового масла (РМ). Результаты экспериментов приведены на рис. 6.

Испытания показали, что работа дизеля на смесевом дизельном топливе на основе сафлорового масла соизмерима с работой на дизельном топливе. Однако дымность при работе на смесевом дизельном топливе на основе сафлорового масла ниже на 12 %, чем на основе рапсового.



a



б

Рис. 6. Регуляторная характеристика дизеля Д-240:
a–изменение расхода топлива; *б*–изменение дымности

Для подогрева смесового дизельного топлива применялось разработанное устройство (рис. 7, а), встраиваемое непосредственно в систему топливоподачи трактора МТЗ-82 (рис. 7, б).

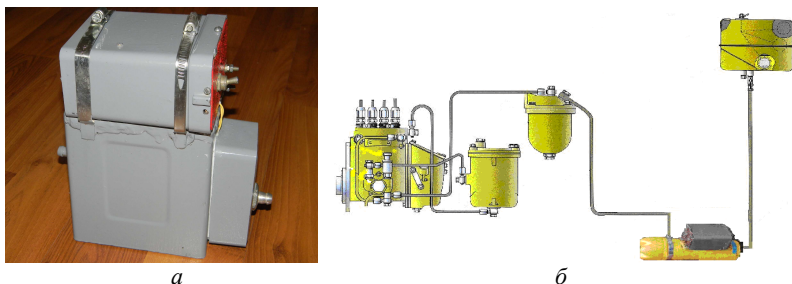


Рис. 7. Устройство для подогрева смешанного дизельного топлива:
а – общий вид устройства; *б* – схема установки устройства
 в топливной системе двигателя

Устройство для подогрева смешанного дизельного топлива на основе магнестрикционных излучателей ультразвука и генератора представляет собой цилиндрическую емкость, в которую установлены излучатели ультразвука. В емкость вмонтированы входной и выходной патрубки. Через входной патрубков смешанное дизельное топливо поступает в устройство из топливного бака. Под действием ультразвуковых волн происходит нагрев и перемешивание смешанного дизельного топлива, что снижает его вязкость, далее смешанное дизельное топливо поступает в топливопровод через выходной штуцер.

Технические характеристики устройства для подогрева смешанного дизтоплива

Объем, см ³	600
Производительность, г/мин.....	300
Частота, кГц.....	22
Плотность мощности, Вт/см ²	5,5
Максимальная потребляемая мощность, Вт.....	150

Ультразвуковой генератор установлен непосредственно на емкости с излучателями ультразвука. Прибор подключается к штатной электрической системе трактора напряжением 12 В.

Производственные испытания проводились в феврале 2011 г. при температуре –13°С. Пуск и работа трактора осуществлялись на смешанном дизельном топливе 20 % СМ и 80 % ДТ. Для подогрева топлива использовалось разработанное устройство,

которое включалось за 3 минуты до запуска двигателя. Результаты испытаний приведены на рис. 8.

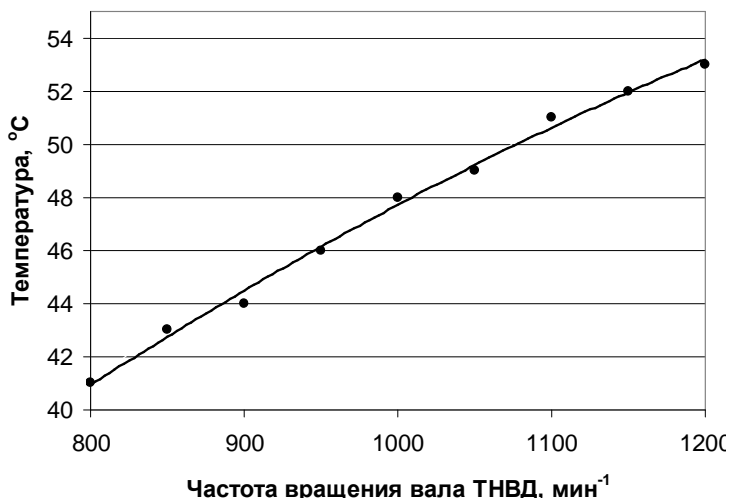


Рис. 8. Изменение температуры смесового дизельного топлива в зависимости от режимов работы ТНВД

Испытание подтвердило работоспособность устройства при низких температурах и поддержание эксплуатационной температуры смесового дизельного топлива в пределах 40–60 °С.

Производственные испытания на тракторе МТЗ-82 подтвердили полученные на стенде показатели по расходу топлива, мощности и дымности дизельного двигателя.

В пятой главе «Расчет экономической эффективности применения устройства для подогрева смесового дизельного топлива» приведены расчеты, показавшие, что годовой экономический эффект от использования устройства в период с низкими температурами составляет 5960 руб. на один трактор МТЗ-82. Расчет экономической эффективности проводился при условии внутрихозяйственного производства смесового дизельного топлива и без учета предотвращенного ущерба от воздействия вредных веществ.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ литературных источников свидетельствует, что в последние годы все более широкое распространение получает использование смесового дизельного топлива на основе рапса и отсутствуют исследования по применению засухоустойчивого растения – сафлора. Также установлено, что одним из главных недостатков смесового дизельного топлива является его повышенная вязкость.

2. Предложена математическая модель, позволяющая рассчитать вязкость смесового дизельного топлива в зависимости от температуры и давления. Получены аналитические зависимости, позволяющие определить цикловую подачу ТНВД в зависимости от вязкости смесового дизельного топлива. Это позволяет расчетным путем в зависимости от состава смесового дизельного топлива определить необходимые параметры работы подогревателя.

3. Экспериментальными исследованиями выявлено следующее:

- вязкость смесового дизельного топлива на основе сафлорового масла в среднем на 5 % ниже чем у рапсового;

- оптимальным смесовым дизельным топливом на основе сафлорового масла является смесь 20–30 % растительного масла и 70–80 % дизельного топлива, при этом цикловая подача топлива при температуре 20–30 °С выше требуемой на 5–8 %, а при подогреве до 40–50 °С соответствует нормативной;

- часовой расход топлива при работе двигателя на рекомендуемом сафлоровом смесовом дизельном топливе увеличивается на 1,7 %, мощность уменьшается на 1,5 % относительно ДТ; при использовании рапсового смесового дизельного топлива увеличивается на 3,8 % и уменьшается на 5 % соответственно; дымность при работе дизеля на сафлоровом смесовом дизельном топливе снижается на 18,7 % относительно ДТ и на 12 % относительно рапсового;

- износные испытания смеси 20 % СМ и 80 % ДТ показали повышение износостойкости плунжерных пар топливной аппаратуры на 14–17 %.

4. Разработано, изготовлено и испытано устройство для подогрева смесового дизельного топлива (патент на полезную модель № 105289), встроенное непосредственно в топливную систему двигателя. Производственные испытания подтвердили работоспособность устройства для подогрева смесового дизельного топлива при низких температурах и полученные на стенде показатели по расходу топлива, мощности и дымности дизельного двигателя.

5. Годовой экономический эффект составил 5960 руб. на один трактор МТЗ-82 без учета предотвращенного ущерба от воздействия вредных веществ.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. *Кожевников, А. А.* Биотопливо для дизелей на основе сафлорового масла / Б. П. Загородских, М. К. Тохиян, А. А. Кожевников, В. А. Чугунов // *Нива Поволжья*, 2009. – № 4 (13). – С. 71–74 (0,5/0,125 п. л.).

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

3. *Кожевников, А. А.* Износостойкость плунжерных пар топливной аппаратуры тракторных двигателей при работе на биотопливе / А. А. Кожевников, Б. П. Загородских, Ж. И. Альшин // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование* // Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2011. – №1 (21). – С. 154–160 (0,56/0,19 п. л.).

Публикации в других изданиях

1. *Кожевников, А. А.* Адаптация топливной аппаратуры тракторных двигателей для работы на биотопливе: Рекомендации производству. / Б. П. Загородских, А. А. Кожевников, – Саратов, 2011. – 24 с. (1,5/0,75 п. л.).

4. *Кожевников, А. А.* Влияние биодита, обработанного ультразвуком, на экологические показатели дизелей / А. А. Кожевников, Б. П. Загородских, С. А. Фадеев // Проблемы экономичности и эксплуатации ДВС : материалы Межгосуд. науч.-техн. семинара. – Саратов, 2010. – С. 42–45 (0,25/0,083 п. л.).

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

6. *Кожевников, А. А.* Работа дизельного двигателя на сафлоровом биотопливе / А. А. Кожевников // Вавиловские чтения–2009 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 25–26 нояб. 2009 г. – Саратов, 2009. – С. 277–279 (0,25/0,25 п. л.).

7. *Кожевников, А. А.* Эффективность использования биотоплива в тракторных двигателях: рекомендации производства. / А. А. Кожевников, Б. П. Загородских, С. А. Фадеев. – Саратов, 2010. – 22 с. (1/0,33 п. л.).

8. *Кожевников, А. А.* Использование биотоплива для работы дизель-генераторов / А. А. Кожевников, А. А. Абрамова, С. С. Абрамов // Вестник студенческого научного общества. – СПб., 2010. – С. 297–300 (0,25/0,083 п. л.).

9. *Кожевников, А. А.* Перспективы развития производства биотоплива в России / А. А. Кожевников, С. С. Абрамов // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. А. В. Павлова. – Саратов : КУ-БиК, 2010. – С. 185–187 (0,4/0,2 п. л.).

10. *Кожевников, А. А.* Математическое моделирование процесса подачи биотоплива в дизелях / А. А. Кожевников, Б. П. Загородских // Материалы науч.-практ. конф. 2-й специализированной агропромышленной выставки «САРАТОВ-АГРО. 2011». – Саратов, 2011. – С. 183–188 (0,56/0,28 п. л.).

11. Устройство для подогрева биотоплива: Пат. 105289 Рос. Федерация: МПК F 02 M 27/08 / Загородских Б. П., Кожевников А. А.; заявитель и патентообладатель СГАУ им. Н. И. Вавилова. – № 2010151573/04; заявл. 15.12.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16.

Сдано в набор Подписано в печать

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ
