

На правах рукописи



БЕКТИЛЕВОВ Алдаберген Юсупович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ
ТОПЛИВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания
в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тамбов – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (ФГБНУ ВНИИТиН).

Научный руководитель: доктор технических наук, старший научный сотрудник **Остриков Валерий Васильевич**

Официальные оппоненты: **Коваленко Всеволод Павлович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», профессор кафедры «Автомобильный транспорт»

Картошкин Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой «Автомобили и тракторы»

Ведущая организация **ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

Защита состоится 24 декабря 2015 г. в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 220.010.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (Воронежский ГАУ) по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 13, учебный корпус агроинженерного факультета (корпус № 3), аудитория 319.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского ГАУ и на сайте www.vsau.ru («Информация о деятельности диссертационных советов» – «Защиты» – «Д 220.010.04»), а также по ссылке: <http://ds.vsau.ru/?p=2374>.

Автореферат разослан 23 октября 2015 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 220.010.04  **Афоничев Дмитрий Николаевич**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Сельскохозяйственное производство является одним из основных потребителей дизельного топлива. На его долю приходится более 50 % всех топлив, производимых в стране. От качества используемого дизельного топлива, его эксплуатационных свойств во многом зависит надежность работы тракторов, комбайнов и автомобилей.

По данным ряда ведущих НИИ, контрольных органов Гостехнадзора, предприятий Министерства сельского хозяйства, приобретаемые и хранящиеся на нефтескладах сельхозпредприятий топлива в 20 % случаев не соответствуют требованиям стандартов по фракционному составу и содержанию фактических смол, 30 % топлив имеют низкие смазывающие свойства, более 30 % топлив имеют неудовлетворительные низкотемпературные свойства, около 20 % содержат примеси и загрязнения, 15 – 20 % топлив обводнены. При этом в сельхозпредприятиях отсутствуют технические средства и технологии, позволяющие повысить эксплуатационные свойства топлив.

Все это говорит о необходимости и актуальности принятия кардинальных мер по организации и упорядочению системы производства и поставок нефтепродуктов в АПК, модернизации технического состояния баз хранения нефтепродуктов у сельского товаропроизводителя. Требуется разработка простых и доступных способов, технологий и технических средств повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях сельхозпроизводителя, позволяющих снизить затраты на производство сельхозпродукции, ремонт и обслуживание техники.

Настоящая работа посвящена решению проблемы повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях предприятий АПК за счет разработки способа очистки дизельных топлив от примесей и растворенной воды, установления рациональных параметров процессов увеличения смазывающих и низкотемпературных свойств топлив. Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве в соответствии с заданием Российской академии сельскохозяйственных наук 09.04.07 «Разработать технологии, новые материалы, приборов и оборудование для эффективного использования моторного топлива и смазочных материалов».

Степень разработанности темы. В решение проблем повышения эксплуатационных свойств нефтепродуктов и повышения надежности работы машин внесли вклад такие ученые как Венцель Е.С., Папок К.К., Братков А.А., Большаков Г.Ф., Кулиев А.М., Школьников В.М., Остриков В.В., Резников В.Д., Лебедев А.Т., Сафонов В.В., Уханов А.П., Antonellis, Brinkman D. W., Ленский А.В., Картошкин А.П. и др.

Раскрытие вопросов изменения свойств дизельных топлив в процессе их хранения, транспортировки и использования представлено в работах Удлера Э.И., Лышко Г.П., Быстрицкой А.П., Лебедева В.В., Григорьева М.А., Голубева И.Г. и т.д.

Весомый вклад в разработку методов и способов улучшения характеристик топлив за счет удаления из них механических примесей и воды принадлежит

Рыбакову К.В., Коваленко В.П., Итинской Н.И., Кузнецову А.В., Острикову В.В., Большакову Г.Ф., Быстрицкой А.П. и др.

Вместе с тем пока отсутствуют высокоэффективные способы удаления из топлив смол, асфальтенов, адаптированные к условиям сельхозпроизводства. Неразрешенными остаются вопросы повышения смазывающих свойств дизельных топлив перед их применением в двигателях тракторов. Существующие добавки и присадки мало востребованы в АПК, т.к. их применение требует организации дорогостоящих технологических процессов, рассчитанных на большие объемы топлив.

Цель исследования повысить эксплуатационные свойства дизельных топлив за счет удаления примесей, растворенной воды, улучшения смазывающих и низкотемпературных характеристик топлив в условиях предприятий АПК.

Задачи исследований:

- теоретически обосновать способ удаления растворенных примесей из дизельных топлив за счет их предварительной коагуляции;
- разработать аналитические зависимости процесса удаления скоагулировавшихся смол, продуктов окисления, свободной и растворенной воды из дизельного топлива;
- определить рациональные характеристики процессов повышения смазывающих и низкотемпературных свойств топлив введением присадок;
- провести лабораторные исследования и производственные испытания способа очистки и технологического процесса повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив и разработать установку для их осуществления;
- рассчитать экономическую эффективность внедрения предложенных решений в сельскохозяйственное производство.

Объектом исследования являются технологические процессы очистки и повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив.

Предметом исследования являются закономерности изменения характеристик дизельных топлив в процессе их очистки от смол, продуктов окисления и растворенной воды, повышения смазывающих и низкотемпературных свойств.

Научная новизна:

- способ очистки и удаления примесей из дизельных топлив под действием коагулянта – водного раствора карбамида, способствующего увеличению мелкодиспергированных частиц загрязнений до размеров поддающихся физическим методам очистки
- аналитические зависимости процесса удаления скоагулировавшихся смол и продуктов окисления из дизельных топлив в поле центробежных сил с учетом увеличения фактора разделения обеспечиваемого действием коагулянта;
- зависимости процесса удаления свободной и растворенной воды из дизельных топлив с учетом ударно – вращательных сил струи топлива в центрифуге и давления потока воздуха при различной температуре;
- рациональные параметры процессов смешивания дизельных топлив с депрессорными присадками в зависимости от исходных низкотемпературных свойств топлива, определяемых по номограмме.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты теоретических исследований позволяют: обосновать способ удаления примесей из дизельного топлива, установить аналитические зависимости процесса удаления смол и продуктов окисления под действием коагулянтов в поле центробежных сил, определить аналитические зависимости процесса удаления растворенной воды из топлива и рациональные характеристики процессов повышения низкотемпературных свойств топлив. Применение разработанных технологических решений и установки для очистки топлив и повышения их эксплуатационных свойств позволяет повысить надежность работы двигателей тракторов, снизить затраты на ремонт и эксплуатацию сельскохозяйственной техники.

Практическая значимость выполненных исследований подтверждена использованием технологического процесса повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив в ООО «Акцент Агро», ООО «Меркурий», СХПК ПЗ колхоз им. Ленина Тамбовской области.

Методология и методы исследований. Теоретические исследования по обоснованию способа удаления смол и примесей проводились на основе известных законов коагуляции с последующим теоретическим анализом процесса центрифугирования укрупненных загрязнений. Теоретическая оценка процессов удаления растворенной воды выполнена на основе анализа с использованием классических закономерностей процесса тепломассопереноса и основ гидродинамики с учетом принятых особенностей влагоудаления. Установление рациональной концентрации внесения депрессорных присадок в топливо основывалось на рассмотрении уравнений материального баланса и определения границ эффективности действия присадок в зависимости от низкотемпературных свойств топлив.

Экспериментальные исследования процессов удаления примесей и воды проведены на основании теории планирования экспериментов. Результаты обрабатывались с помощью методов математической статистики. Установка для очистки топлив от примесей изготавливалась в экспериментальном производстве ФГБНУ ВНИИТиН.

Положения, выносимые на защиту:

- способ очистки дизельных топлив под действием коагулянта – карбамида, способствующего удалению из топлив смол и продуктов окисления физическими способами очистки
- аналитические зависимости процесса центрифугирования топлива с учетом укрупнения примесей под действием коагулянтов
- зависимости процесса удаления воды из топлива, позволяющие определять размер капель воды оседающих в роторе центрифуги и растворенной воды, удаляемой в результате ударного взаимодействия струи со стенкой корпуса центрифуги;
- характеристики процесса смешивания дизельного топлива с депрессорными присадками, позволяющие определять концентрацию вносимых присадок в зависимости от исходных низкотемпературных свойств топлива.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность подтверждена высокой сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, а общая средняя ошибка опытов не превышает 5 %.

Основные положения и результаты работы доложены, обсуждены и одобрены на конференциях «Dynamika naukowych badan-2011», xvi Международной научно – практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции», г. Тамбов, ГНУ ВНИИТиН, 2011, «Naukowamyslinformacyjnejprowieki-2012», Международной научно – технической конференции «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных технологий и автоматизированных систем, Углич, 2012, Международного научно – технического семинара им. В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации авто-тракторной техники», Саратов, 2012, xvii Международной научно – практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения, Тамбов, 2013, Международного научно – технического семинара им. В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники», Саратов, 2013, Международной научно – практической конференции «Современные интеграционные приоритеты науки: от исследований до инноваций, г. Уральск, Западно - Казахстанский аграрно – технический университет им. Жангир – хана, 2013, Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологии», Тамбов, ТГТУ, 2014.

Экспериментальный образец установки и технологический процесс очистки топлив и повышения их эксплуатационных свойств используется в ООО «Акцент Агро», ООО «Меркурий», СХПК ПЗ колхоз им. Ленина Тамбовской области. Отдельные результаты исследований включаются в дипломные, магистерские работы студентов инженерного факультета Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир – Хана.

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя заключается в постановке проблемы и разработке программы исследований, а также в непосредственном участии в разработке способа очистки топлив от примесей, проведении физико-химического анализа проб топлив в условиях химической лаборатории ФГБНУ ВНИИТиН. С его участием разработан и изготовлен экспериментальный образец установки для очистки и повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив, проводились испытания технологических процессов удаления примесей, повышения смазывающих и низкотемпературных свойств топлив, обработка результатов экспериментальных данных и их анализ, подготовка статей в журналы и сборники. Сделанные в диссертации выводы и практические рекомендации конкретны и обоснованы.

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в восемнадцати научных статьях, из которых четыре – в изданиях, включенных в перечень российских рецензируемых журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций. По результатам диссертационной работы получен один патент на изобретение. Общий объем публикации составляет 2,75 п.л., из них лично соискателю принадлежит 1,35 п.л.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, приложений и списка литературы из 129 наименований, изложена на 190 страницах машинописного текста, содержащего 77 рисунков, 27 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение в соответствии с ГОСТ Р 7.01.11-2011 включает: актуальность темы исследования, степени ее разработанности, цель и задачи исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследования, положения выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов.

В первой главе «Состояния вопроса и задачи исследований» рассмотрены основные физико-химические и эксплуатационные свойства дизельных топлив и проведен их анализ.

Установлено, что среди важнейших свойств топлив следует выделить основные, определяющие повышенный износ деталей топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы двигателей, к которым следует отнести загрязненность топлива примесями, смолами и водой, его смазывающие свойства, температура помутнения и предельная температура фильтруемости, характеризующие эффективность работы машины в зимний период эксплуатации.

Оценка состояния качества дизельных топлив хранящихся и используемых в сельхозпредприятиях АПК показала, что более 20 % топлив имеют отклонения от требований стандартов по содержанию механических примесей, смол и воды, около 30 % имеют низкие противоизносные свойства, 30 и более процентов топлив не соответствуют нормативным значениям по низкотемпературным характеристикам.

Определено, что известные способы и технологии очистки дизельных топлив и повышения их эксплуатационных свойств предлагают использование сложного технологического оборудования неадаптированного к условиям АПК. Все это говорит о необходимости и актуальности решения задач повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях предприятий АПК, способствующих продлению сроков службы машин и снижающих затраты на их эксплуатацию и ремонт, за счет разработки новых доступных способов очистки топлив, технологий и оборудования позволяющих удалять примеси, продукты окисления, смолы, воду, повышать смазывающие и низкотемпературные характеристики дизельных топлив перед их применением в сельхозтехнике.

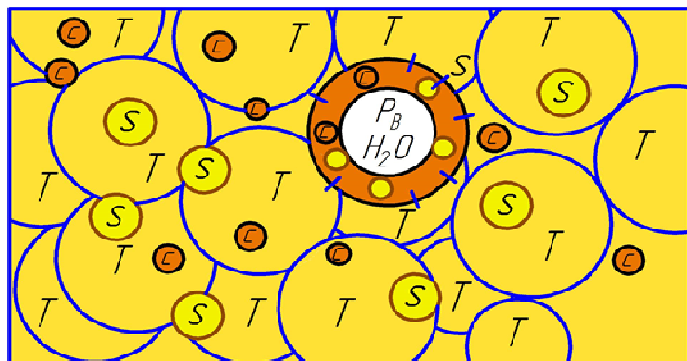
Во второй главе «Теоретические предпосылки повышения эффективности очистки топлив от примесей и улучшения их эксплуатационных свойств» обоснован способ удаления примесей из дизельных топлив под действием коагулянтов. Установлено, что удаление примесей смол, продуктов окисления может быть осуществлено только за счет их укрупнения. В качестве коагулянтов способствующих укрупнению мелкодисперсных примесей следует рассматривать карбамид. Молекулы карбамида при взаимодействии с органическими компонентами могут перегруппировываться образуя структуру, состоящую из призм, примыкающих друг к другу. Между областями призм образуются каналы, заполненные молекулами присоединяемого вещества. Смолы присутствующие в топливе имеют поперечное сечение не более $\sim 4,0$ нм, а поперечное сечение каналов карбамида $\sim 6,0$ нм (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Кристаллы карбамида
($K_{ув} = 110$ раз)



Рисунок 2 – Карбамид с включением смол
($K_{ув} = 26000$ раз)



H_2O – растворенная вода; S – сера; C – смолы;
T – топливо

Рисунок 3 – Схема формирования пленки примесей на микроглобуле воды

Предварительно рассматривая процесс взаимодействия смол, парафинов серы с микроглобулами растворенного в воде карбамида (рисунок 3), можно предположить, что чем более насыщен раствор топлива микрочастицами водного раствора карбамида, тем больше площадь их соприкосновения находится во взаимодействии с примесями смол (C) и серы (S).

Процесс удаления примесей, смол под действием коагулянта на первом этапе очистки дизельного топлива заключается во внесении в топливо карбамида с последующим его отстаиванием. Скорость осаждения примеси зависит от диаметра частиц, который меняется в результате коагуляции:

$$v_0 = \frac{(\rho_c - \rho_{ом}) d_k^2 g}{18 \mu_{ом}} \quad (1)$$

где ρ_c – плотность смол, $кг/м^3$; $\rho_{ом}$ – плотность дизельного топлива, $кг/см^3$; d_k – диаметр скоагулировавших частиц смол, примесей, м; g – ускорение свободного падения, м/с; $\mu_{ом}$ – коэффициент динамической вязкости топлива, Па·с.

Установлено, что для случая предварительного укрупнения примесей на частицу в поле действия центробежных сил, известная формула Соколова В.И., Григорьева М.А., Бремера Г.И. может быть записана как:

$$R_{ц} = \frac{\pi d_k^3 \rho_c \omega^2}{6 r^*} \quad (2)$$

где ω – скорость вращения частицы, м/с; r^* – радиус вращения частицы, м.

С учетом принимаемых условий, когда дисперсные характеристики примесей смол, асфальтенов увеличиваются под действием коагулянтов, формула оценки фактора разделения принимает вид:

$$\Phi_{кр} = \frac{\omega^2 r^*}{g} k_{КД} \quad (3)$$

где $k_{КД}$ – коэффициент кратности фактора разделения, определяемый по номограмме.

Предельный диаметр частиц, который может быть высажен центрифугой, определяется выражением:

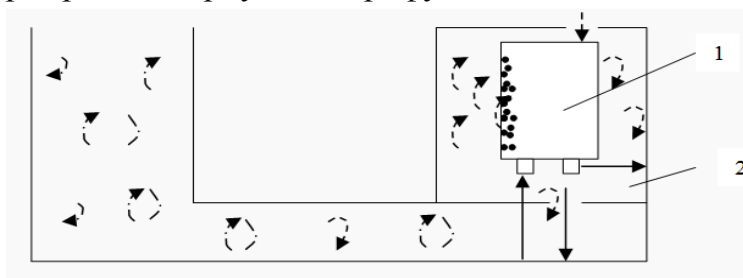
$$d_{пр} = \sqrt{\frac{36Q\mu_T}{\omega^2(\rho_c - \rho_T)\pi H(R_1 + R_2)^2}} \quad (4)$$

где Q – производительность центрифуги, м³/с; H – высота ротора, м; R_1 – расстояние от центра ротора до выхода из корпуса барабана, м; R_2 – расстояние от центра ротора до стенки барабана, м.

Количество тепла, необходимое для превращения присутствующей в топливе воды определяем для принятой схемы влагоудалением (рисунок 4), описывается следующим выражением:

$$L = \frac{0.995RT \ln P}{T_1 - 1} \quad (5)$$

где L – теплота испарения, кал/час; R – универсальная газовая постоянная; T – температура испарения, °К; P – давление пара топлива при температуре T_1 , атм; T_1 – температура среды в корпусе центрифуги, °С.



—→ топливо ———→ воздух ———→ смесь
воздуха и пара

Рисунок 4 – Схема процесса удаления свободной и растворенной воды из топлива

Размер капель воды, выходящей из сопел вместе с топливом и дополнительно диспергируемый в результате ударного взаимодействия струи со стенкой корпуса центрифуги:

$$r = \sqrt{\frac{18\sigma}{\rho_c R_c \omega^3}} \quad (6)$$

где $\sigma = 70 \cdot 10^{-3}$ Н/м – для топлива; R_c – радиус расположения сопел, м.

Полученные теоретические зависимости являются основой для практической разработки способа и технического средства очистки дизельных топлив от смол, продуктов окисления и воды.

Как показывает практика, очень многие топлива помимо загрязненности имеют неудовлетворительные низкотемпературные свойства, что предопределяет необходимость внесения в них депрессорных присадок. На основании теоретических исследований установлено, что начальной характеристикой, определяющей границы эффективности использования депрессорных присадок, является предельная температура фильтруемости топлива (ПТФ). Количественное соотношение смешивания топлива с депрессорной присадкой можно найти на основании уравнения материального баланса:

$$M = M_1 C_1 + M_2 C_2 \quad (7)$$

где M – количество смешанного раствора топлива с присадкой концентрацией C ; M_1, M_2 – количество смешанных растворов с концентрацией C_1 и C_2 .

Однако данный подход не учитывает содержание парафинов в топливе взаимосвязанных с фракционным составом и характеризуемой ПТФ. Таким образом, ПТФ можно выразить функцией двух переменных:

$$t = t_1 m_n + t_2 m_p \quad (8)$$

где, m_n, m_p – масса n -парафинов и депрессорных присадок в топливе, %.

Графическое представление изменения ПТФ в зависимости от количества парафиновых углеводородов для определенных условий представлено на рисунке 5. В общем виде уравнение, характеризующее изменение ПТФ будет иметь вид:

$$t(m_n, m_p) = -\frac{10^3 m_p - m}{4m} k_1 + 200 \frac{m_n}{m} - 30 \quad (9)$$

где k_1 – коэффициент эффективности действия депрессорных присадок, определяемый экспериментально.

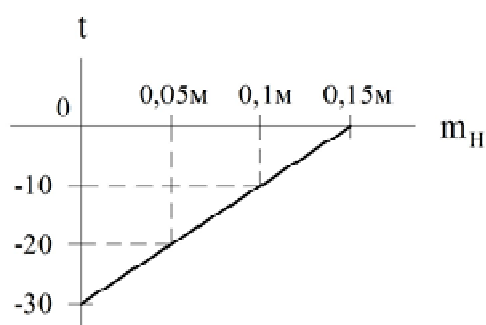


Рисунок 5 – Изменение ПТФ топлива в зависимости от количества парафиновых углеводородов

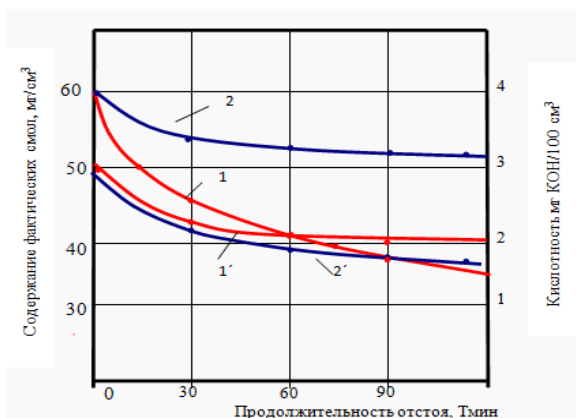
Исходя из различных свойств топлива, разработана номограмма определения рациональной концентрации внесения депрессорных присадок в топливо на базе экспресс анализа ПТФ, что упрощает практику реализации технологических процессов повышения низкотемпературных свойств дизельного топлива.

В третьей главе «Программа и методики экспериментальных исследований» изложены программа и методики исследований, включающие:

- определение физико-химических характеристик топлива в соответствии с требованиями ГОСТ;
- определение дисперсного состава примесей на анализаторе Fotocor-FC, ФС-151 с микрофотосъемкой проб топлив;
- определение рациональных параметров процесса коагуляции примесей под действием карбамида, серной кислоты, щелочи и их комбинации;
- проведение исследований по удалению примесей и воды из топлива на модельных устройствах (центрифугах);
- проведение исследований по повышению смазывающих свойств топлив с присадками с оценкой на машине трения КТ-2 и низкотемпературных свойств под действием отечественных и зарубежных депрессорных присадок.

Производственные испытания технологических процессов очистки топлив и повышения их эксплуатационных свойств проводились в ООО «Акцент-Агро», ООО «Меркурий» и СХПК ПЗ «Колхоз имени Ленина» Тамбовского района Тамбовской области. Оборудование для очистки топлив изготавливалось в ЭП ФГБНУ ВНИИТиН.

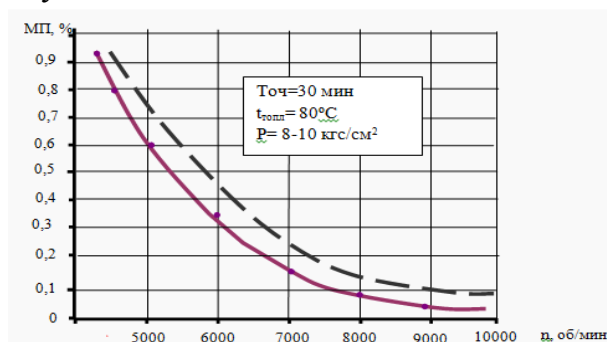
Обработка результатов исследований проводилась по результатам проведения многофакторных экспериментов с использованием современных методов и ЭВМ.



1,1' - кислота + раствор карбамида;
2,2' - кислота + щелочь.

Рисунок 6 – Зависимость изменения кислотности и содержания фактических смол в топливе от продолжительности отстоя ($T_{\text{внесения}} = 90^\circ\text{C}$) при различных комбинациях составов агентов

яющихся под воздействием коагулянтов установлено, что частицы примесей менее 1 мкм способны агрегатироваться в конгломераты дисперсного диапазона более 10 мкм, что подтверждает спектральный анализ топлив исходных и после внесения в них растворов коагулянтов.



--- - теоретическое значение изменения содержания механических примесей в зависимости от частоты вращения ротора

Рисунок 7 – Зависимость содержания механических примесей в топливе от частоты вращения ротора центрифуги

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» установлено, что среди рассматриваемых коагулянтов наибольшей эффективностью обладает водный раствор карбамида и серная кислота, или их комбинация, когда топливо содержит значительное количество смол (рисунок 6).

Определено, что в процессе отстоя топлива рациональными характеристиками процесса осаждения примесей являются: концентрация внесения водного раствора карбамида 0,5 % (50:50) и 0,1 % серной кислоты с последующим нагревом до $t = 90 - 100^\circ\text{C}$ и отстаиванием в течение 60 – 90 минут в зависимости от исходного содержания смол в топливе. Исследуя дисперсный состав примесей, образу-

На рисунке 7 представлены результаты исследований по удалению скоагулировавших примесей центрифугированием, установлено, что в процессе очистки топлив от вносимых предварительно примесей, рациональной частотой вращения ротора центрифуги является значение $n = 7000 - 8000$ об/мин, при этом температура топлива 90°C , а время центрифугирования составляет 30 – 45 минут, в зависимости от содержания фактических смол в топливе.

Проведенными исследованиями по очистке топлив от воды установлено, что рациональными условиями и характеристиками процесса удаления воды являются температура нагрева топлива $70 - 80^\circ\text{C}$, время центрифугирования 30 – 40 минут (рисунок 8).

В результате исследований также установлено, что изменение содержания растворенной воды в топливе зависит от давления подачи потока воздуха в корпус центрифуги (рисунок 9), которое значительно влияет на время очистки топлива.

Проведенными исследованиями по повышению смазывающих свойств очищенного от примесей дизельного топлива установлено, что внесение противоизносных присадок Керориг, MPG позволяет при эффективном перемешивании с дизельным топливом

увеличить противоизносные смазывающие свойства топлива, определяемые по диаметру пятна износа на 4 – 16 %. При этом в результате очистки топлива с использованием водного раствора карбамида, дизельное топливо улучшает свои смазывающие характеристики на 15 %, что позволяет в некоторых случаях исключить применение дорогостоящих присадок.

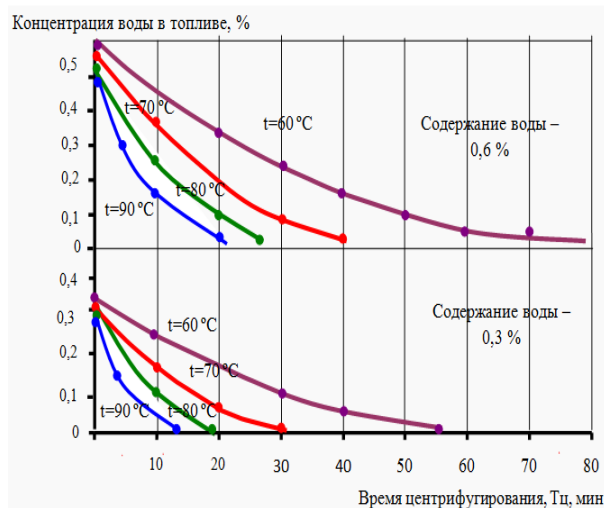


Рисунок 8 – Зависимость изменения содержания воды в топливе в зависимости от времени очистки при различной температуре

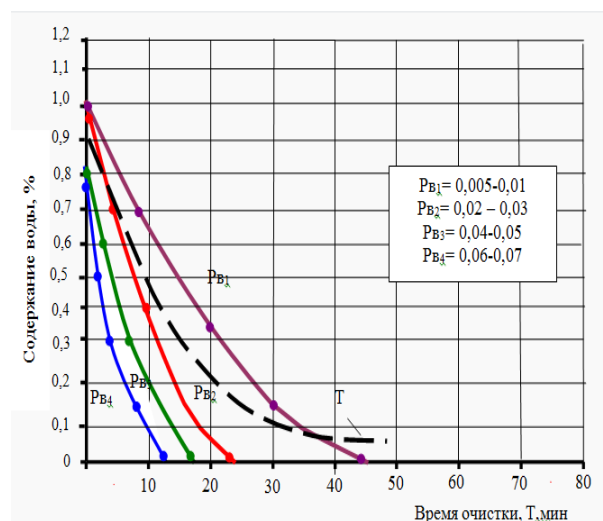
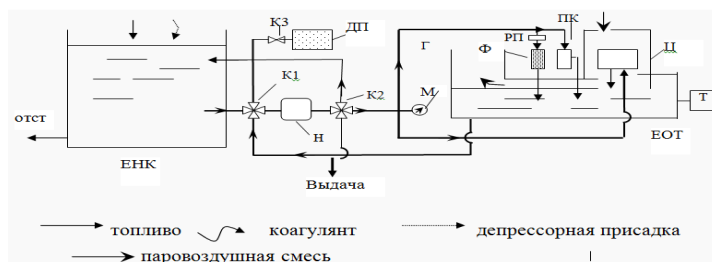


Рисунок 9 – Зависимость изменения содержания воды в топливе от давления потока воздуха

На основании теоретических исследований установлено, что внесение депрессорных присадок позволяет получить требуемое значение ПТФ с минимальными затратами, а совмещение операции повышения низкотемпературных свойств с очисткой топлив от примесей позволяет снизить ПТФ еще на 10 % за счет более эффективного вработывания присадок в топливо. На основании теоретических и экспериментальных исследований разработана установка для очистки и повышения эксплуатационных свойств топлив (рисунок 10).



ЕНК - емкость нагрева и коагуляции; Н – насос; К1, К2, К3 – краны; ДП – депрессорные присадки; Ф – фильтр; ПК – предохранительный клапан; РП - распределитель потока; Ц – центрифуга; ЕОТ - емкость очищаемого топлива; Г – горловина; М – датчик давления, Т – термодатчик.

Рисунок 10 – Установка для очистки топлив и повышения эксплуатационных свойств

Производственные испытания технологического процесса очистки топлива и повышения его смазывающих свойств проводились на специально организованном участке в ООО «Акцент-Агро». В результате испытаний 2013 – 2014 гг. очищено от примесей и воды, улучшены смазывающие и низкотемпературные свойства около 500 тонн дизельного топлива. Получен акт испытаний, свидетельствующий о высокой эффективности технологического процесса повышения низкотемпературных свойств топлив в ООО «Меркурий».

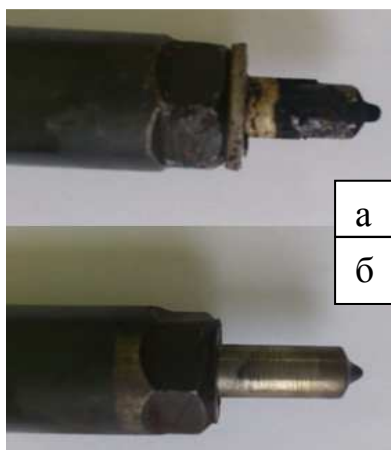


Рисунок 11 – Загрязненность форсунок (а – топливо без очистки; б – топливо после очистки)

В результате испытаний топлив с улучшенными эксплуатационными характеристиками в тракторах марок МТЗ, эксплуатирующихся в СХПК ПЗ «Колхоз имени Ленина» Тамбовского района Тамбовской области установлено среднее снижение расхода топлива на 10 % и уровня загрязненности выхлопных газов на 30 – 40 %. Оценка загрязненности форсунок после наработки 100 часов (рисунок 11) на топливе до его очистки и после 100 часов эксплуатации тракторов на очищенном топливе показала на существенное различие отложений по их количеству и цвету.

В пятой главе «Оценка экономической эффективности очистки и повышения эксплуатационных свойств дизельного топлива» проведены расчеты показате-

телей экономической эффективности от внедрения разработанного технологического процесса очистки дизельных топлив и улучшения их эксплуатационных свойств. Как показали расчеты, годовой экономический эффект от внедрения технологического процесса составит 159820 рублей, срок окупаемости разработок менее одного года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ свойств дизельных топлив показал, что основными, влияющими на надежность и эффективность работы двигателей, являются фракционный состав, содержание фактических смол и примесей, противоизносные и низкотемпературные характеристики. Отклонение от норм которых снижает срок службы топливной аппаратуры в **5 – 6 раз** и увеличивает расход топлива на **15 – 20 %**. Более **30 %** топлив, используемых в АПК, имеют отклонения от требований ГОСТ. Известные способы и технологии для улучшения эксплуатационных свойств топлив сложны и недостаточно адаптированы к использованию в условиях сельскохозяйственного производства.

2. В результате теоретического анализа установлено, что присутствующие в топливе смолы, сера и продукты окисления для их удаления должны быть предварительно укрупнены. Что позволило обосновать способ удаления примесей из дизельного топлива под действием карбамида и комбинаций других доступных коагулянтов. Аналитически установлено, что скорость удаления примесей в поле центробежных сил зависит от диаметра частиц, который меняется в результате коагуляции, предельный диаметр частиц, которые могут быть высажены центрифугой, зависит от эффективности работы коагулянта и параметров технического средства осаждения.

3. Процесс удаления свободной и растворенной воды зависит от количества тепла, необходимого для превращения воды в пар, давления топлива в системе и размера капель воды, оседающих в корпусе центрифуги и удаляемых за счет ударного взаимодействия струи со стенкой корпуса центрифуги, что позволяет рассчитать рациональные конструктивно-технологические характеристики средства очистки.

Рациональные характеристики процесса смешивания дизельного топлива с депрессорными присадками зависят от исходных низкотемпературных свойств топлива, а определение концентрации внесения присадок в топливо должно проводиться по номограмме на основе анализа предельной температуры фильтруемости и замерзания.

4. В результате экспериментальных исследований установлено, что для укрупнения смол и продуктов окисления в дизельном топливе для их последующего удаления необходимо использовать водный раствор карбамида и в некоторых случаях серную кислоту, оптимальной концентрацией внесения является **0,5 %**. Оптимальными параметрами процесса удаления примесей и растворенной воды является температура **80...90 °С**, частота вращения ротора центрифуги **n = 7000...8000 об/мин**, давление прокачиваемости пара **0,04 – 0,07 кгс/см²**. Разработанный способ очистки топлива (**патент № 2477303**) и установка для его осуществления позволяет удалять все виды загрязнений, повышать смазывающие свойства топлива в среднем на **15 %** и низкотемпературные характеристики топлив на **6...12 °С**. По результатам исследований разработан технологический процесс очистки и повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив.

5. В результате производственных испытаний технологического процесса очистки топлив в нефтепродуктоснабжающей организации ООО «Акцент – Агро» установлено, что изначально некачественное и восстановленное топливо имеет показатели, аналогичные топливам класса ЕВРО, а смазывающие свойства на **20 %** превышают начальные значения. При использовании очищенных топлив в двигателях тракторов МТЗ (модификации), эксплуатирующихся в условиях СХПК ПЗ – колхоз им. Ленина Тамбовского района Тамбовской области, установлено снижение расхода топлива в среднем на **10 – 15 %**, уменьшение загрязненности выхлопных газов на **30...40 %**, снижение количества образующихся нагаров на поверхностях форсунок и уменьшение следов износа на деталях топливных насосов, а работавшее в двигателях моторное масло за 250 часов наработки содержало смол, асфальтенов, карбоидов на **30 %** меньше по сравнению с маслом, работающим в двигателе на топливе без очистки. Испытания технологического процесса повышения низкотемпературных свойств дизельных топлив в условиях ООО «Меркурий» позволяют констатировать факт понижения предельной температуры фильтруемости топлива и температуры замерзания более чем на **– 10°С**.

6. Экономический эффект от внедрения разработанного технологического процесса повышения эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях предприятий АПК составит **159820 рублей** при сроке окупаемости **0,97 года**.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Бектилезов А.Ю. Повышение смазывающих свойств топлива [Текст] / Остриков В.В., Бектилезов А.Ю., Корнев А.Ю., Манаенков К.А. // Сельский механизатор.– 2012. - №4. с. 34-35.

2. Бектилеов А.Ю. Повышение эксплуатационных свойств дизельного топлива [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Бектилеов А.Ю. // Техника и оборудование для села. – 2012. № 6. – с. 12-13.

3. Бектилеов А.Ю. Повышение степени чистоты и смазывающих свойств дизельного топлива для снижения износа деталей машин [Текст] / Остриков В.В., Бектилеов А.Ю. // Труды ГОСНИТИ. – 2012. – Т. 109. – с. 94-97.

4. Бектилеов А.Ю. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива присадками [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Зимин А.Г., Шихалев И.Н., Бектилеов А.Ю. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 4. – с. 30-32.

Статьи в других изданиях

5. Бектилеов А.Ю. Теоретические предпосылки удаления воды из масел методом центрифугирования [Текст] / Остриков В.В., Зимин А.Г., Бектилеов А.Ю., Бусин И.В. // Materialy VII miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Dynamikanaukowychbadan – 2011». Volume 16. Ekologia.Chemia I chemiczne technologie.: Przemysl. Nauka I studia – 96 str. – с. 16-22.

6. Бектилеов А.Ю. Теоретические аспекты процесса удаления воды из масел и топлив методом центрифугирования [Текст] / Остриков В.В., Зимин А.Г., Бектилеов А.Ю., Бусин И.В. // Сборник научных докладов XVI Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции». Новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. г. Тамбов, ГНУ ВНИИТиН, 20-21 сентября 2011. – с. 334-338.

7. Бектилеов А.Ю. Очистка дизельного топлива и улучшение его смазывающих свойств [Текст] / Остриков В.В., Бектилеов А.Ю. // Сборник научных докладов XVI Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции». Новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. г. Тамбов, ГНУ ВНИИТиН, 20-21 сентября 2011. – с. 344-346.

8. Бектилеов А.Ю. Улучшение свойств дизельного топлива в процессе его очистки [Текст] / Остриков В.В., Уразгалеев Т.К., Бектилеов А.Ю. // Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowamysłinformacyjnejpowieki - 2012» Volume 27. Rolnictwo.: Przemysł. Naukaistudia - 96 str. – с. 15-19.

9. Бектилеов А.Ю. Очистка загрязненного дизельного топлива и повышение его смазывающих свойств в условиях предприятий АПК [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Бектилеов А.Ю., Павлов С.С. // Тезисы докладов XII Международной научно-технической конференции «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем», Углич, 10-12 сентября 2012. – с. 188-194.

10. Бектилеов А.Ю. Организационно-технологическая схема повышения эффективности использования горюче-смазочных материалов в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники зарубежного производства [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Бектилеов А.Ю., Бусин И.В. // Материалы Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники», выпуск 25, Саратов, 2012. – с. 134-137.

11. Бектилеов А.Ю. Повышение эффективности использования дизельного топлива за счет улучшения его эксплуатационных свойств [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Нагорнов С.А., Бектилеов А.Ю. // Сборник научных докладов XVII Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при произ-

водстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства» 25-25 сентября 2013 г. - Тамбов. – с. 215-219.

12. Бектилезов А.Ю. Исследование влияния добавок к дизельному топливу на его противозносные и низкотемпературные свойства [Текст] / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Шихалев И.Н., Бектилезов А.Ю. // Материалы Международного научно - технического семинара им. В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники», выпуск 26.– Саратов, ООО «Буква», 2013. – 230 с. – с. 153-157.

13. Бектилезов А.Ю. Организация сбора и очистки отработанных моторных масел [Текст] / Уразгалеев Т.К., Остриков В.В., Джумакулова А.Ж., Бектилезов А.Ю. // Материалы Международной научно – практической конференции «Современные интеграционные приоритеты науки: от исследований до инноваций», посвященной 50 – летию Западно – Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана 30 мая – 1 июня 2013 г. Уральск. Часть II – 529 с. – с. 265-268.

14. Бектилезов А.Ю. Влияние обводненности горюче – смазочных материалов на работу систем и механизмов автомобильной техники [Текст] / Уразгалеев Т.К., Остриков В.В., Турлыбаев Х.Т., Бектилезов А.Ю. // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные интеграционные приоритеты науки: от исследований до инноваций», посвященной 50 – летию Западно – Казахстанского аграрно – технического университета им. Жангир хана 30 мая – 1 июня 2013 г. Уральск. Часть II – 529 с. – с. 269-274.

15. Бектилезов А.Ю. Исследование влияния multifunctional добавок на смазочные свойства низкосернистых дизельных топлив [Текст] / Остриков В.В., Шихалев И.Н., Бектилезов А.Ю. // Наука в центральной России. – 2013. - №5. – с. 20-26.

16. Бектилезов А.Ю. Теоретическое обоснование процесса обезвоживания топлива методом центрифугирования [Текст] / Зазуля А.Н., Бектилезов А.Ю. // Математические методы в технике и технологии – ММТТ -27. – Сборник трудов XXVII Международной научной конференции: Т. 1. Секция 2. / Тамбов: Тамбовский гос. техн. ун – т. – 2014. – с. 80-83.

17. Бектилезов А.Ю. Обоснование параметров процесса удаления примесей из дизельного топлива [Текст] / Остриков В.В., Бектилезов А.Ю., Забродская А.В. // Наука в центральной России. – 2014. - № 5. – с. 21-27.

18. Бектилезов А. Ю. Исследование свойств коагулянтов для укрупнения растворенных в дизельном топливе смол и примесей // Научная жизнь.– № 6. – 2014. – с. 26-35.

Патент

19. Пат. 2477303 Российская Федерация, МПК C10G29/20; C10G31/10. Способ очистки дизельного топлива / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Нагорнов С.А., Бектилезов А.Ю., Павлов С.С.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии - 2012106683/04; заявл. 22.02.2012; опубл. 10.03.2013.

Просим принять участие в работе диссертационного совета Д 220.010.04 или выслать Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 13, ученому секретарю. E-mail: et@agroeng.vsau.ru, телефоны: 8 (473) 253-75-35; 8-900-924-5638.

Подписано в печать Формат 60x84/16

Объем 1,0 п. л. Тираж 100 экз.

392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, д. 28

ФГБНУ ВНИИТиН