

Тип статьи: обзорная  
УДК 621.892:665.753  
DOI: 10.35887/2305-2538-2024-3-118-130

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В АПК

Валерий Васильевич Остриков<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Корнев<sup>2</sup>,  
Александр Викторович Кошелев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и  
нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия

<sup>1</sup> viitinlab8@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2927-768X>

<sup>2</sup> vniitinlab7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2765-2506>

Автор, ответственный за переписку: Валерий Васильевич Остриков, viitinlab8@bk.ru  
Corresponding author: Valery Ostrikov, viitinlab8@bk.ru

**Реферат.** Анализ актуальных проблем использования топлив и смазочных материалов в АПК показал, что первоочередными остаются вопросы качества нефтепродуктов. В последние 2 года многие зарубежные поставщики известных брендов масел прекратили сотрудничество с Российской Федерацией и на замену им пришли масла, которые по заверениям производителей не уступают по своим характеристикам лучшим мировым аналогам. Проведённый мониторинг основных свойств масел показал на значительную часть недостоверности такой информации. Важной и усугубляющейся проблемой изменения свойств нефтепродуктов, особенно дизельного топлива и бензинов, являются условия их хранения. Мониторинг качества дизельных топлив, хранящихся на нефтескладах сельскохозяйственных предприятий, показал, что фракционный состав, содержание механических примесей и воды в большинстве случаев превышает допустимые значения. Остаётся нерешённой многолетняя проблема использования остатков несезонного топлива, хранящегося на нефтескладах хозяйств. Сельскохозяйственному производству требуется современная экспресс-лаборатория контроля качества товарных, приобретаемых и используемых топлив и масел, что поможет снизить затраты на ремонт и эксплуатацию тракторов и комбайнов на 25 – 30 %, продлить срок службы дорогостоящей техники на 20 – 25 %. Определённые проблемы представляет использование в сельскохозяйственной технике соединений на основе возобновляемого сырья в качестве альтернативного топлива. Некоторые из эксплуатационных характеристик биодизельного топлива требуют улучшения. Так, по сравнению с дизельным топливом, оно имеет примерно на 10 % большую плотность и примерно в 1,5 раза более высокую кинематическую вязкость, меньший коэффициент сжимаемости и меньшую долю углерода в молекуле, обладает сравнительно низкой окислительной стабильностью и относительно высокой температурой кристаллизации, а также большей гидрофильностью. Можно выделить два основных подхода к решению указанных проблем: минимизация недостатков эксплуатационных характеристик современных видов биодизельного топлива за счет применения смесевых дизельных топлив с содержанием биокомпонента до 20 % и получение биодизельного топлива с улучшенными эксплуатационными характеристиками. В рамках каждого из этих подходов предложены свои решения. Важной проблемой остаётся использование отработанных моторных масел. Наиболее значимых результатов получения вторичных продуктов из отработанных масел удалось достичь в связи с разработкой новых способов очистки отработанных минеральных и синтетических моторных масел и их смесей.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, масло, дизельное топливо, биотопливо, присадки и добавки, контроль качества, срок службы.

## MODERN PROBLEMS OF THE USE OF PETROLEUM PRODUCTS IN AGRICULTURE

Valery Ostrikov<sup>1</sup>, Alexey Kornev<sup>2</sup>, Alexander Koshelev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture,  
Tambov, Russia

<sup>1</sup> viitinlab8@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2927-768X>

<sup>2</sup> vniitinlab7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2765-2506>

**Abstract.** An analysis of current problems in the use of fuels and lubricants in the agro-industrial complex showed that issues of the quality of petroleum products remain a priority. Many foreign suppliers of well-known brands of oils have ceased cooperation with the Russian Federation in the last two years and have been replaced by oils that, according to manufacturers, are not inferior in their characteristics to the best world analogues. The monitoring of the basic properties of oils showed a significant part of the unreliability of such information. An important and growing problem of changing the properties of petroleum products, especially diesel fuel and gasoline, is their storage conditions. Monitoring the quality of diesel fuels stored in oil warehouses of agricultural enterprises has shown that the fractional composition, content of mechanical impurities and water in most cases exceeds permissible values. The long-standing problem of using leftover unseasonal fuel stored in farm oil depots remains unresolved. Agricultural production requires a modern express laboratory for quality control of commercial, purchased and used fuels and oils, which will help reduce the cost of repair and operation of tractors and combines by 25 - 30%, and extend the service life of expensive equipment by 20 - 25%. The use of compounds based on renewable raw materials as an alternative fuel in agricultural machinery poses certain problems. Some of the performance characteristics of biodiesel require improvement. Thus, compared to diesel fuel, it has approximately 10% higher density and approximately 1.5 times higher kinematic viscosity, lower compressibility coefficient and lower proportion of carbon in the molecule, has relatively low oxidative stability and a relatively high crystallization temperature, and also more hydrophilic. There are two main approaches to solving these problems: minimizing the shortcomings in the performance characteristics of modern types of biodiesel fuel through the use of mixed diesel fuels with a biocomponent content of up to 20% and obtaining biodiesel fuel with improved performance characteristics. Solutions have been proposed within each of these approaches. The use of used motor oils remains an important problem. The most significant results in obtaining secondary products from used oils were achieved in connection with the development of new methods for purifying used mineral and synthetic motor oils and their mixtures.

**Keywords:** petroleum products, oil, diesel fuel, biofuels, additives and additives, quality control, service life.

**Для цитирования:** Остриков В.В., Корнев А.Ю., Кошелев А.В. Современные проблемы использования нефтепродуктов в АПК // Наука в центральной России Science in the Central Russia. 2024. Т. 69, № 3. С. 118-130. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-3-118-130>.

**For citation:** Ostrikov V., Kornev A., Koshelev A. Modern problems of the use of petroleum products in agriculture. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 69(3): 118-130. (In Russ.) <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-3-118-130>.

**Введение.** Одним из проблемных элементов в работе сельскохозяйственной техники являются смазочные масла, дизельное топливо и бензины. Доля затрат на нефтепродукты при производстве сельскохозяйственной продукции достаточно велика и играет одну из первостепенных ролей не только влияющих на себестоимость произведённого продукта, но и в целом на финансовую состоятельность хозяйства. В последние 10 – 15 лет ситуация с поставками, хранением топлив и масел изменилось. Усложнилась задача приобретения качественного топлива у крупных поставщиков и представительств компаний, производящих продукцию высокого качества. Непосредственно в большинстве сельскохозяйственных предприятий технические средства хранения и заправки топлива и масла имеют устаревшие конструкции и сроки службы. Переход к коммерческой системе производства топлив и масел, выпускаемых по ТУ изготовителей привёл к снижению качества нефтепродуктов, реализуемых по несколько заниженным ценам.

Сопроводительные документы, сертификаты качества и указанные в них характеристики не всегда соответствуют действительным значениям.

В последние 2 – 3 года многие зарубежные поставщики известных брендов масел прекратили сотрудничество с Российской Федерацией. На замену им пришли масла, которые по заверениям производителей не уступают по своим характеристикам лучшим мировым аналогам.

Мониторинг и анализ основных свойств, проведённый ФГБНУ ВНИИТиН, указал на недостоверность большей части информации. Например, простое нагревание масел до температуры 250 – 300 °С в течение часа (при постоянном перемешивании) показало снижению уровня масла в металлическом стакане на 1/3 и более, что не коррелируется с известным понятием угара. Неоднократно устанавливался факт, когда щелочное число товарного масла синтетического происхождения составляла 4,5 – 5,5 мгКОН/г, а кислотное число 0,5 – 0,8 мгКОН/г.

По заявлениям тех же разработчиков и производителей масел в современных продуктах поменялся пакет присадок, что в конечном результате сказывается на расхождении значений с принятыми ГОСТами. В данном случае рационально не вступая в научные споры через короткий промежуток наработки (10 – 20 часов или 100 – 150 км) провести повторный анализ масла. Существующая закономерность изменения свойств масла не должна сильно различаться с известными значениями. Резкое изменение, например, щелочного числа масла за кратковременный период даёт основание для детального инженерного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** Важной и усугубляющейся проблемой изменения свойств нефтепродуктов, а особенно дизельного топлива и бензинов, является условия их хранения. Отсутствие дыхательных клапанов, загрязнённость резервуаров следами коррозии, отказ от других мер защиты приводят к значительному испарению данных продуктов, потере их эксплуатационных свойств. Если, например, удалить следы коррозии, окалин, механические примеси, воду из хранящихся топлив возможно различными фильтрами, то изменить утяжеление фракционного состава дизельного топлива в реальных условиях эксплуатации очень сложно. Утяжелённый фракционный состав топлива, особенно в машинах со значительным износом и некоторыми устаревшими конструктивными особенностями двигателя, может приводить к увеличению нагара на деталях ЦПГ, дымности выхлопных газов, потере мощностных характеристик машинно-тракторного агрегата.

Остаётся кардинально и однозначно нерешённой многолетняя проблема АПК – когда заканчивается летний сезон и остатки хранящегося на нефтескладе летнего топлива велики, то возникает «экономически оправданный соблазн» перевести летнее топливо в межсезонное, а ещё лучше в зимнее. Как правило, содержащееся в летних сортах дизельных топлив больше количество парафинов, снижают эффективность работы топливной аппаратуры, приводят к закупорке фильтров вплоть до остановки подачи топлива и работы ДВС. Ранее существовавшие методы и средства перевода летних топлив в зимние путём их разбавления керосином, самостоятельное введение депрессорных присадок приводят только к редкому кратковременному эффекту. Удаление парафиновых составляющих в дизельном топливе в условиях предприятий технически сложная задача. Воздействие реагентами, вымораживание, предполагают использование сложного оборудования и также не нашло широкого распространения даже в предприятиях с большими объёмами используемых топлив. Требуются новые решения профессиональной адаптации перевода летних видов дизельных топлив в зимние и наоборот.

Как отмечалось ранее, из-за неудовлетворительных условий хранения топлив на нефтескладах сельхозпредприятий по мере их расходования на дне резервуаров образуются зоны с высоким насыщением водой в смеси с остаточным количеством дизельного топлива. Разделение таких смесей требует специального оборудования.

Переход к производству дизельных топлив и масел предприятиями, оснащёнными менее современным технологическим оборудованием и производство по ТУ изготовителей, внес некоторые коррективы, а именно, дизельное топливо имеет несколько увеличенное содержание серы по сравнению с международными стандартами, а смазочные масла – сниженный ресурс и срок службы до замены. В сельскохозяйственных предприятиях практически отсутствуют средства контроля качества топлив и масел. В соответствии с этим сельский товаропроизводитель

вынужденно находится в затруднительном положении. Появление новых брендов смазочных масел, позиционируемых взамен известных марок, по факту не всегда соответствует действительности и в большей степени это относится к сроку службы масла до замены. В связи с чем для предотвращения преждевременного выхода из строя двигателей машин замену масла рационально проводить не по установленной производителем наработке, а по фактическому состоянию. В данном случае критериальными характеристиками могут выступать периодический (например, через 50 часов наработки) контроль щелочного и кислотного числа масла экспресс-методами.

Многолетний опыт исследования изменения щелочного числа масла показывает, что существует определённая закономерность его снижения по ряду признаков:

- изначальное значение;
- температурный режим работы масла;
- износ основных деталей цилиндрико-поршневой группы;
- своевременность проведения операций технического обслуживания с промывкой системы смазки после слива отработанного моторного масла;
- исключение смешивания различных марок масел (и в первую очередь масел на минеральной и синтетической основе);
- качество используемого дизельного топлива.

На основе многолетнего опыта исследований и мониторинга ФГБНУ ВНИИТиН изменения свойств моторных масел в двигателях тракторов в первом приближении можно рассуждать о существовании некоторых закономерностей. На рисунке 1 представлена зависимость изменения щелочного числа масла от наработки по разновидности причин.

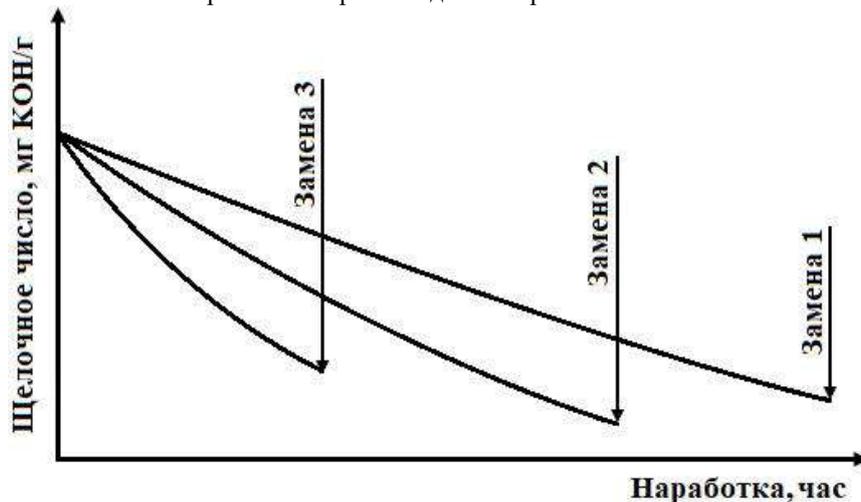


Рисунок 1 – Изменение щелочного числа моторных масел и необходимость их замены

Замена 1, как правило, проводится при наработке 250 – 300 часов, в тех случаях когда двигатель исправен, используется качественное масло и топливо.

Замена 2 проводится при использовании в двигателях тракторов масел имеющих незначительные отклонения по качеству нефтепродукта. В этом случае срок службы масла снижается и составляет 180 – 200 часов наработки.

Замена 3 – это практически аварийная замена, когда произошло смешивание масел, увеличены угар, присадки выпадают в осадок и щелочное число за 50 – 80 часов наработки снижается до 2 мг КОН/г.

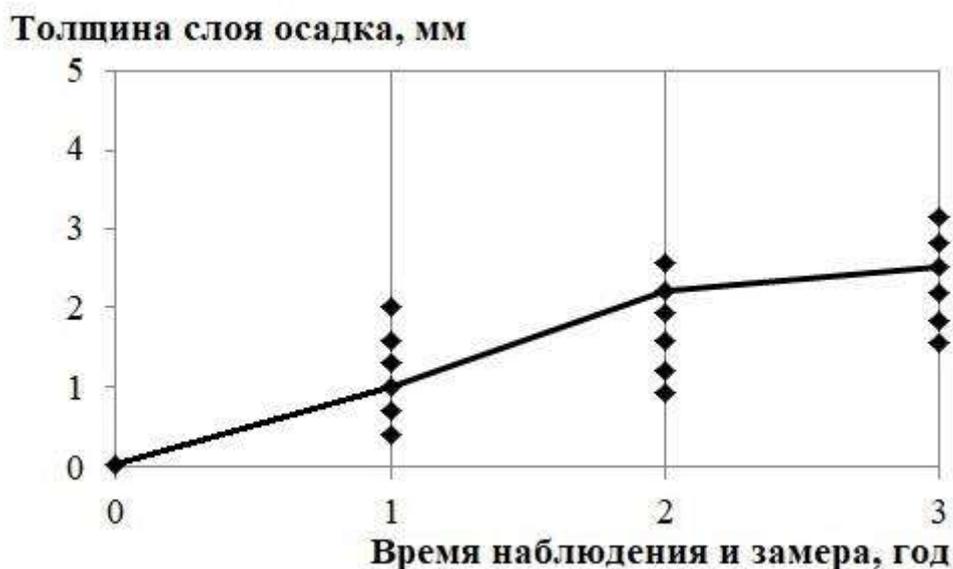
Определить универсальную закономерность изменения щелочного числа масел не представляется возможным, так как факторы могут быть различны и взаимосвязаны.

В условиях реальной эксплуатации чаще всего при резком изменении щелочного числа, масло меняет свою консистенцию, становится более вязким, увеличивается загрязнённость. Замену

масла в таких условиях при выполнении операций ТО необходимо начинать с промывки системы смазки промывочным маслом. В силу затратности данной операции и появления высококачественных моторных масел с высокими моющими свойствами в условиях сельхозпредприятий в 90 % случаев замена масла проводится без промывки системы смазки.

Наблюдение за процессом образования осадка на днище картера трактора ДТ–75М показало неоднозначность заявлений о возможности отказа от промывки системы смазки при использовании высококачественного моторного масла.

Замена производилась один раз в год. На первом этапе картер двигателя был полностью очищен от загрязнений. Толщина слоя осадка и площадь загрязнений равнялась нулю. На рисунке 2 показан рост количества загрязнений после последующего использования масла (1 год) и слива отработанного масла из поддона с его дальнейшей замены на товарное масло М10–ДМ. Данные анализ и наблюдения проводились в течение 3 лет.



◆ – толщина слоя осадка в различных точках замера по площади днища картера (поддона)

Рисунок 2 – Изменение толщины слоя загрязнений на днище картера двигателя от срока использования масла без промывки системы смазки

Несложный анализ показывает, что несмотря на превосходные моющие свойства, толщина слоя осадка увеличивается почти по всей площади днища. Даже если предположить, что часть загрязнений после заправки свежего масла взамен отработанного смывается и переходит в свежезаправленное масло, то большая часть остаётся в картере. Нельзя в данном случае игнорировать и факт эффективности работы масляного насоса и центрифуги.

Загрязнённость дизельного топлива, заправленного в бак, безусловно многократно меньше и задача его очистки в топливной системе в данном случае не рассматривалась. Как отмечалось выше, ещё очень большая часть дизельных топлив приобретает у коммерческих структур, перевозчиков и хранится в резервуарах нефтескладов хозяйств. Изменения свойств топлива в процессе хранения на нефтескладах сельхозпредприятия рассматривалось в многочисленных работах причины, следствия и принимаемые меры известны. Актуальной задачей остается контроль качества и свойств приобретаемых сельским товаропроизводителем светлых нефтепродуктов. Среди многочисленных и важнейших остановимся на цетановом числе, определяющим запуск двигателя, жёсткость рабочего процесса, расход топлива, дымность выхлопных газов [1].

Если летом по заявлениям разработчиков мы можем применять топливо с незначительно пониженным цетановым числом, то зимой этот показатель должен быть выше для эффективного запуска двигателя. Фактический показатель цетанового числа топлив, хранящихся на нефтескладах хозяйств, может быть самым разнообразным. На рисунке 3 показано значение цетанового числа дизельных топлив хранящихся на 10 сельскохозяйственных предприятиях Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей. Контроль проводился прибором Shatox SX-150 в летние и зимние периоды эксплуатации техники.

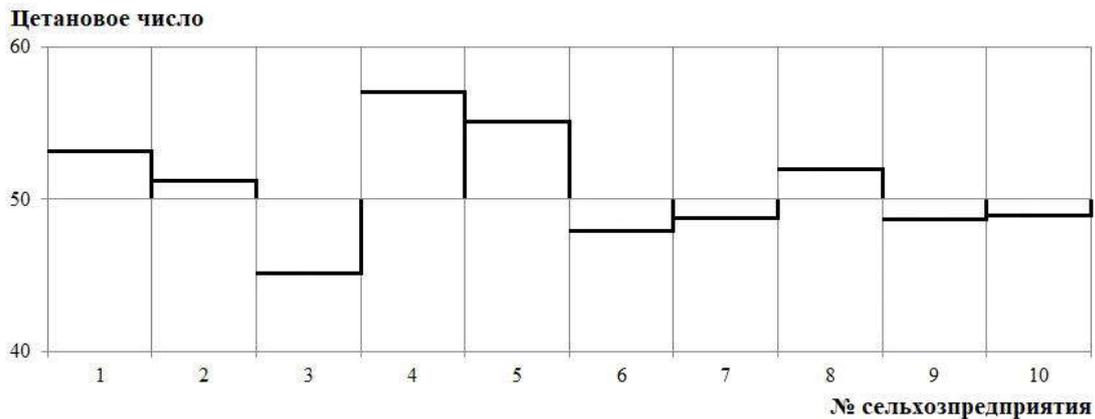


Рисунок 3 – Оценка цетанового числа дизельных топлив, хранящихся на нефтескладах сельхозпредприятий Воронежской Липецкой Тамбовской областей

Как показал мониторинг цетанового числа дизельных топлив, хранящихся на нефтескладах сельскохозяйственных предприятий, оно находится в диапазоне от 45 до 55 единиц, что в принципе не выходит за допустимые пределы эффективной работы техники. В целом анализ состояния качества нефтепродуктов находится на удовлетворительном уровне по другим анализируемым характеристикам, однако фракционный состав топлив, содержание в них механических примесей и воды в большинстве случаев превышает допустимые значения.

Сельскохозяйственному производству требуется современная экспресс-лаборатория контроля качества товарных, приобретаемых и используемых топлив и масел при условии минимизации затрат на приобретение, трудоёмкость и профессионализм исполнителей, что поможет снизить затраты на ремонт и эксплуатацию тракторов и комбайнов на 25 – 30 %, продлить срок службы дорогостоящей техники на 20 – 25 %.

Большой интерес представляет использование в сельскохозяйственной технике соединений на основе возобновляемого сырья в качестве альтернативного топлива – биотоплива, которое обладает рядом преимуществ перед традиционным нефтяным топливом:

1) Биотопливо имеет лучшие экологические характеристики, чем дизельное топливо. В нем практически отсутствуют серосодержащие соединения и ароматические углеводороды, поэтому при использовании биодизельного топлива отсутствуют выбросы  $SO_2$  и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), канцерогенного бенз(а)пирена, до 80 % становятся меньше выбросы  $CO_2$  [2, 3].

Содержание  $CO$  и  $CH$  при любой нагрузке сокращаются в 2 раза, а дымность практически отсутствует в режиме малой нагрузки и снижается в 2 раза в режиме максимальной нагрузки. Это происходит за счёт кислорода, содержащегося в молекулах биотоплива, которые интенсифицируют процесс сгорания и обеспечивают высокую температуру в цилиндре дизеля, способствуя повышению КПД двигателя [4, 5, 6].

Существенное улучшение экологических характеристик двигателя наблюдается и при использовании смесового дизельного топлива. Например, в случае применения 50 % смесового топлива выбросы сажи сокращаются на 30 – 35 %, а  $CO$  и  $CH$  – на 15 – 30 % [7, 8, 9, 10, 11].

2) Биодизельное топливо, попадая в окружающую среду, очень быстро поддается биологическому разложению: в почве или в воде микроорганизмы в течение 21 дня перерабатывают биодизель на 90 %, а в течение 28 дней – на 99 % [12, 13, 14, 15]. Высокая температура вспышки (120 °С и более) делает биотопливо более безопасным при транспортировке, хранении и использовании [16, 17].

3) Более высокое цетановое число биотоплива улучшает запуск двигателя, обеспечивает его менее «жесткую» работу, а хорошие смазывающие свойства положительно сказываются на ресурсе топливной аппаратуры, ТНВД, форсунок и деталей ЦПГ. Межремонтный срок эксплуатации двигателя, работающего на биодизельном топливе, увеличивается примерно на 50 % [3, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

Вместе с тем, биодизельное топливо обладает и рядом недостатков, осложняющих его использование в дизельных двигателях, в том числе сельскохозяйственной техники. Так, по сравнению с дизельным топливом оно имеет несколько большую плотность и кинематическую вязкость, из-за чего дальнобойность топливного факела и диаметр капель распыляемого топлива могут быть больше вследствие чего, снизится эффективность сгорания и увеличится расход [27, 28, 29, 30, 31].

Меньший коэффициент сжимаемости биотоплива сказывается на величине цикловой подачи и определяет задержку впрыскивания. Для сохранения номинальных параметров двигателя требуется увеличение цикловой подачи топлива [32].

Теплотворная способность биотоплива на 5 – 20 % меньше, чем у дизельного топлива, из-за меньшего количества углерода в молекуле. Это приводит к уменьшению его низшей теплоты сгорания и некоторому увеличению расхода. [29, 33, 34]. Повышенное содержание атомов кислорода, позволяющее интенсифицировать процесс сгорания, приводит к увеличению оксидов азота в отработавших газах [5, 6].

Биодизельное топливо обладает сравнительно низкой окислительной стабильностью, так как содержит непредельные радикалы высших карбоновых кислот, которые могут сравнительно легко окисляться по двойной связи. Следствием этого являются ограниченные сроки хранения в металлических резервуарах (до 6 месяцев), что вызывает необходимость введения антиоксидантов [35].

Биотоплива из определенных видов сырья, например арахисового масла, имеют высокую температуру кристаллизации, что накладывает ограничения на условия их эксплуатации. Использование таких топлив при низких температурах может привести к образованию отложений на фильтрах и в топливопроводах [36, 37].

Особенности строения молекул биодизельного топлива обуславливают его повышенную гидрофильность, по сравнению с углеводородным топливом. Необходим контроль содержания воды для предотвращения её коррозионного воздействия на элементы топливной аппаратуры, развития микроорганизмов и образования гидроперекисей [38, 39].

При организации хранения и использования биодизельного топлива не рекомендуется применять каучуковые и натуральные резиновые материалы из-за их разбухания при контакте с ним, поэтому детали уплотнений, шланги и рукава следует изготавливать из материалов, хорошо совместимых с биотопливом [40, 41, 42, 42].

В целом, можно выделить два основных подхода к решению указанных проблем.

1) Нивелирование недостатков эксплуатационных характеристик биодизельного топлива за счет применения смесевых дизельных топлив с содержанием биоконпонента до 20 %. В этом случае недостатки биодизельного топлива не будут оказывать существенного влияния на работу машинно-тракторных агрегатов, а повышение цетанового числа и смазывающей способности даже глубоко обессеренного топлива и заметное снижение содержания в выбросах вредных веществ благоприятно скажутся на их сроке службы и экологической обстановке при выращивании продовольственной продукции.

2) Получение биодизельного топлива с улучшенными эксплуатационными характеристиками. В этом случае существенное влияние на качество конечного продукта оказывает технология получения, однако жирнокислотный состав используемого сырья оказывает определяющее воздействие на его эксплуатационные характеристики и стоимость. Необходимы дальнейшие

поиски дешевых сырьевых источников, характеризующихся оптимальным химическим составом, и разработка простых и экономичных технологий их переработки.

В рамках каждого из этих подходов в ФГБНУ ВНИИТиН предложены свои решения. Разработаны и совершенствуются технологии получения биодизельного топлива из различных видов сырья, в первую очередь непищевых продуктов – некондиционных растительных масел и твердых жиров. Создано соответствующее аппаратное оформление, например, опытно-промышленная установка получения биодизельного топлива УБТРМ–600, в основе которой лежит специальный вихревой реактор, позволяющий существенно улучшить перемешивание реакционных фаз и сократить время синтеза.

Разработан и испытан модульный смеситель-активатор жидких сред, который может быть использован, в том числе, и для приготовления смесового топлива. За счет обеспечиваемого смесителем-активатором механического, гидродинамического, ультразвукового и электромагнитного воздействия эфирная фаза и нефтяное топливо интенсивно перемешиваются с быстрой гомогенизацией смеси и равномерным распределением компонентов смесового топлива.

Важной проблемой в сельскохозяйственном производстве остаётся использование отработанных моторных масел. Изменился и состав сливаемых масел. Если раньше преобладали масла минерального происхождения, то в настоящее время это смесь синтетического и минерального масел, технических охлаждающих жидкостей, промывочных жидкостей, дизельного топлива. Данный состав практически не поддаётся разделению. Смесь мало горюча.

В 60 – 70 годы отработанные масла либо сдавали на централизованные пункты, либо использовали в качестве гидравлических масел. В настоящее время имеют место центры сбора отработанных нефтепродуктов, но получаемый продукт представляет собой в лучшем случае аналог печного топлива или масляную основу используемую в ограниченных количествах и широко не востребованную.

Наиболее значимых результатов получения вторичных продуктов из отработанных масел в АПК достиг ФГБНУ ВНИИТиН в связи с разработкой новых способов очистки отработанных минеральных и синтетических моторных масел и их смесей. Получены положительные результаты использования очищенного осветлённого масла как основы для вторичным масел и смазок. В частности разработаны и проходят производственную проверку технологии получения промывочных масел для систем смазки дизельных двигателей тракторов в период проведения очередной операции технического обслуживания. Разработано простейшее оборудование для очистки, адаптированное к условиям АПК. В процессе очистки используются специальные недорогостоящие реагенты, а моющие свойства очищенного масла повышается добавками отходов химических производств. По физико-химическим характеристикам получаемые промывочные масла мало уступают известным отечественным брендам.

**Заключение.** Таким образом, повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники в современных условиях возможно за счёт поиска и разработки новых методов и средств. Внедрение контроля качества как приобретаемых, так и используемых топлив и масел, позволит сельскому товаропроизводителю снизить затраты на производство продукции на 15 – 20 %, увеличить надёжность работы отечественных и зарубежных машин. Использование смесового моторного топлива в сельскохозяйственных предприятиях не только может обеспечить утилизацию отходов производства и переработки биомассы, в частности некондиционных (прогорклых) семян и масел, твердых жиров, но и позволит повысить качество и экологичность применяемого моторного топлива, снизить вредное воздействие продуктов сгорания на окружающую среду с целью развития современного высокопродуктивного сельского хозяйства и устойчивого развития сельскохозяйственных регионов.

#### Список источников

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник под. Ред. В.М. Школьникова. М.: «Техинформ». 1999. 319 с.

2. Sadeghinezhad, E. A comprehensive review of bio-diesel as alternative fuel for compression ignition engines / E. Sadeghinezhad, S.N. Kazi, A. Badarudin, C.S. Oon // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2013. – № 28. P. 410-424.
3. Нагорнов, С.А. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова // *Наука в центральной России*. – 2013. – № 2. – С. 35-43.
4. Романцова С.В., Пашинин В.А. Композитное биотопливо для дизельных двигателей // *Современные научные исследования и инновации*. 2012. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/03/10917> (дата обращения: 14.05.2024).
5. Попов, К. С. Исследование эффективности использования биотоплива в дизельных двигателях / К.С. Попов, А.Ф. Юнусов, Р.Р. Кашапов, В.Н. Никишин. // *Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч. конф.* (г. Пермь, апрель 2015 г.). – Пермь: Зебра. – 2015. – С. 97-99.
6. Helwani, Z. Technologies for production of biodiesel focusing on green catalytic techniques: A review / Z. Helwani, M. Othman, N. Aziz, W. Fernando, J. Kim // *Fuel Processing Technology*. – 2009. – № 90. P. 1502-1514.
7. Гафуров, Н.М. Основные направления альтернативной энергетики / Н.М. Гафуров, Б.Р. Хакимуллин, И.З. Багаутдинов // *Инновационная наука*. – 2016. – № 4-3. – С. 74-76.
8. Шапко, В.Ф. Экологические показатели дизельных двигателей с разными условиями смесеобразования при работе на биодизельном топливе / В.Ф. Шапко, С.М. Черненко, А.И. Атамась, А.Ю. Горпинченко // *Новые материалы и технологии в машиностроении*. – 2011. – № 13. – С. 150-153.
9. Ерохин, М.Н. Экологическая безопасность применения биотоплив в дизелях / М.Н. Ерохин, С.Н. Девянин, В.Л. Чумаков, К.А. Малашенков // *Вестник ОрелГАУ*. – 2008. – № 5(86). – С. 27-29.
10. Васильев, И.П. Экологически чистые направления получения и использования топлив растительного происхождения в двигателях внутреннего сгорания / И.П. Васильев // *Экотехнологии и ресурсосбережение*. – 2005. – №1. – С. 8-12.
11. Кадиата Ч.Э. Использование дизельного топлива с добавлением пальмового масла мобильными транспортно-технологическими средствами сельскохозяйственного производства. Специальность: 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Рязань – 2020.
12. Мироненко, В. Технологии производства биодизеля / В. Мироненко, В.О Дубровин, В.М. Полищук, С.В. Драгнев. – М.: Холтех, 2009. – 100 с.
13. Полищук, В.Н. Применение биотоплива для дизельных двигателей / В.М. Полищук, С.В. Драгнев, И.И. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В. Полищук // *Научный вестник национального аграрного университета*. – К.: НАУ. – 2008. – № 125. – С.315-318.
14. Knothe, G. *The Biodiesel Handbook* / G. Knothe, J.V. Gerpen, J. Krahl. – Illinois: AOCS Press, 2005. – 302 p.
15. Kocar, G. An overview of biofuels from energy crops: Current status and future prospects. / Kocar G., N. Civas // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2013. – № 28. – P. 900-916.
16. Demirbas, A. Biofuels securing the planet's future energy needs / A. Demirbas // *Energy Conversion and Management*. – 2009. – № 50. P. 2239-2249.
17. Huang, G. Biodiesel production by microalgae biotechnology / G. Huang, F. Chen, D. Wei, X. Zhang, G. Chen // *Applied Energy*. – 2010. – № 87. P. 38-46.
18. Гафуров, Н.М. Преимущества биодизельного топлива / Н.М. Гафуров, Р.Ф. Хисматуллин // *Инновационная наука*. – 2016. – № 5. – С. 72-74.
19. Звонов, В.А. Методика оценки эффективности применения альтернативных топлив на автотранспорте в полном жизненном цикле / В.А. Звонов, А.В. Козлов, А.С. Теренченко // *Сб. науч. тр. Моск. семинара по газохимии 2004-2005*. – М.: Нефть и газ. – 2006. – С. 114-129.
20. Vellguth G. Eignung von Pflanzenolen und Pflanzenolderivaten als Kraftstoff fur Dieselmotoren / G. Vellguth // *Grundlagen der Landtechnik*. – 1982. – Jg.32. – № 5. – S. 177-186.

21. Бганцев В.Н. Оценка чувствительности биодизельного топлива к магнитной обработке по изменению цетанового числа / В.Н. Бганцев // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ). – 2008. Вып. 23. – С. 140-141.
22. Митусова, Т.Н. Современные дизельные топлива и присадки к ним / Т.Н. Митусова, Е.В. Полина, М.В. Калинина. – М.: Техника, ООО «Тума Групп», 2002. – 64 с.
23. Таманджа, И. Перспективы и обоснование использования биодизеля в судовых дизельных установках / И. Таманджа, Н.Н. Шуйтасов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2010. – № 1. – С. 158-166.
24. Бердиев, Н.Ш. Биодизель – альтернативный источник энергии / Н.Ш. Бердиев, Ж.Ф. Зиявитдинов, Ш.Ж. Фазлиддинов, Ш.Т.У. Саъдуллаев, С.Г. Шеримбетов // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн., 2019. – № 6 (60). – С. 21-26.
25. Досказиева, Н.К. Использование отходов производства растительных масел для получения компонентов биодизеля / Н.К. Досказиева, Л.И. Байтлесова // Нефтегазовое дело. – 2016. – Т. 14. – № 1. – С. 254-257.
26. Agarwal A.K. Effect of Biodiesel Utilization of Wear of Vital Parts in Compression Ignition Engine / A.K. Agarwal, J. Bijwe, L.M. Das // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2003. – Vol. 125. – № 2. – P. 604-611.
27. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2009. – 11с.
28. ГОСТ Р 52368-2005. Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2007 – 30 с.
29. Хуе, J. Effect of biodiesel on engine performance and emissions / J. Хуе, Т. Grift, А. Hansen // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – № 15. – P. 1098-1116.
30. ГОСТР 53605— 2009 (ЕН 14214:2003) Топливо для двигателей внутреннего сгорания. Метилловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Общие технические требования – М.: Стандартиформ, 2019. – 15с.
31. Низамов, А. А. Влияние физико-химических свойств биотоплива на работу дизельных двигателей / А. А. Низамов, О. Н. Рожко // Международная молодежная научная конференция "XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых)" : Материалы конференции, Казань, 19–21 октября 2015 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Российский фонд фундаментальных исследований, Казанский национальный исследовательский технический университет им. АН. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ). Том 2. – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2015. – С. 431-437.
32. Аблаев, А.Р. Производство и применение биодизеля: справочное пособие / А. Аблаев – М.: АПК и ППРО, 2006. – 80 с.
33. Марков, В.А. Метилловый эфир рапсового масла как дизельное топливо / В.А. Марков, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, В.В. Неверова, Са Бовэнь // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 6 (60). С. 17-30.
34. Oner, C. Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine / C. Oner, S. Altun // Applied Energy. – 2009. – № 86. – P. 2114-2120.
35. Ryu, K. The characteristics of performance and exhaust emissions of a diesel engine using a biodiesel with antioxidants / K. Ryu // Bioresource Technology. – 2010. № 101. – P. 578-582.
36. Ramos, M. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties / M.Ramos, C. Fernandez, A. Casas, L. Rodriguez, A. Perez // Bioresource Technology. – 2009. – № 100. – P. 261-268.
37. Кучкина, А. Ю. Источники сырья, методы и перспективы получения биодизельного топлива / А. Ю. Кучкина, Н. Н. Сущик // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 14-42.
38. Нагорнов С.А., Корнев А.Ю., Романцова С.В., Ликсутина А.П., Бусин И.В. Гидрофильность метиловых эфиров растительных масел / В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития АПК. Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН. 2020. С. 210-213.

39. Романцова, С. В. Организация хранения современных топлив на сельскохозяйственных нефтескладах / С. В. Романцова, С. А. Нагорнов // Наука в центральной России. – 2013. – № 2. – С. 43-49.
40. Беренблум, А.С. Получение моторных топлив из непищевых растительных масел и жиров / А.С. Беренблум, В.Я. Данюшевский, Е.А. Кацман, Т.А. Подоплелова, В.Р. Флид // Нефтехимия. – 2010. Т. 50. – № 4. – С. 317-323.
41. Систер, В.Г. Способы стабилизации биодизельного топлива при хранении / В.Г. Систер, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.В. Бодягина // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. – № 7. – С. 76-81
42. Нагорнов, С.А. Обеспечение качества топлив при хранении / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, О.В. Викулин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 5. – С. 6-8.
43. Нагорнов, С. А. Технология хранения биодизельного топлива / С. А. Нагорнов, С. В. Романцова // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах, Минск, 19–20 октября 2011 года / Редколлегия: П.П. Казакевич (гл. ред.), ОО. Дударев. Том 3. – Минск: Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. – С. 81-86.

#### References

1. Fuels, lubricants, technical fluids. Range and application. Directory under. Ed. V.M. Shkolnikova. M.: "Techinform". 1999. 319 p.
2. Sadeghinezhad, E. A comprehensive review of bio-diesel as an alternative fuel for compression ignition engines / E. Sadeghinezhad, S.N. Kazi, A. Badarudin, C.S. Oon // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – No. 28. R. 410-424.
3. Nagornov, S.A. Essential composition for improving the properties of diesel fuel / S.A. Nagornov, S.V. Romantsova // Science in Central Russia. - 2013. – No. 2. – pp. 35-43.
4. Romantsova S.V., Pashinin V.A. Composite biofuels for diesel engines // Modern scientific research and innovation. 2012. No. 3 [Electronic resource]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/03/10917> (date of application: 05/14/2024).
5. Popov, K.S. Study of the efficiency of using biofuel in diesel engines / K.S. Popov, A.F. Yunusov, R.R. Kashapov, V.N. Nikishin. // Current issues of technical sciences: materials of the III International scientific conf. (Perm, April 2015). – Perm: Zebra. – 2015. – P. 97-99.
6. Helwani, Z. Technologies for production of biodiesel focusing on green catalytic techniques: A review / Z. Helwani, M. Othman, N. Aziz, W. Fernando, J. Kim // Fuel Processing Technology. – 2009. – No. 90. R. 1502-1514.
7. Gafurov, N.M. Main directions of alternative energy / N.M. Gafurov, B.R. Khakimullin, I.Z. Bagautdinov // Innovative science. – 2016. – No. 4-3. – pp. 74-76.
8. Shapko, V.F. Environmental performance of diesel engines with different mixture formation conditions when operating on biodiesel fuel / V.F. Shapko, S.M. Chernenko, A.I. Atamas, A.Yu. Gorpinchenko // New materials and technologies in mechanical engineering. – 2011. – No. 13. – P. 150-153.
9. Erokhin, M.N. Environmental safety of using biofuels in diesel engines / M.N. Erokhin, S.N. Devyanin, V.L. Chumakov, K.A. Malashenkov // Bulletin of OrelGAU. – 2008. – No. 5(86). – pp. 27-29.
10. Vasiliev, I.P. Environmentally friendly directions for obtaining and using fuels of plant origin in internal combustion engines / I.P. Vasiliev // Ecotechnologies and resource saving. – 2005. – No. 1. – P. 8-12.
11. Kadiata C.E. The use of diesel fuel with the addition of palm oil by mobile transport and technological means of agricultural production. Specialty: 05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture. The author's abstract. diss. for the degree of Candidate of Technical Sciences. Ryazan – 2020.
12. Mironenko, V. Biodiesel production technologies / V. Mironenko, V.O. Dubrovin, V.M. Popishchuk, S.V. Dragnev. – M.: Holtech, 2009. – 100 p.

13. Polishchuk, V.N. Application of biofuels for diesel engines / V.M. Polishchuk, S.V. Dragnev, I.I. Ubozhenko, M.Y. Pavlenko, O.V. Polishchuk // Scientific bulletin of the National Agrarian University. – K.: NAU. – 2008. – No. 125. – pp.315-318.
14. Knothe, G. The Biodiesel Handbook / G. Knothe, J.V. Gerpen, J. Krahl. – Illinois: AOCS Press, 2005. – 302 p.
15. Kocar, G. An overview of biofuels from energy crops: Current status and future prospects. / Kocar G., N. Civas // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – № 28. – P. 900-916.
16. Demirbas, A. Biofuels securing the planet's future energy needs / A. Demirbas // Energy Conversion and Management. – 2009. – No. 50. R. 2239-2249.
17. Huang, G. Biodiesel production by microalgae biotechnology / G. Huang, F. Chen, D. Wei, X. Zhang, G. Chen // Applied Energy. – 2010. – No. 87. R. 38-46.
18. Gafurov, N.M. Advantages of biodiesel fuel / N.M. Gafurov, R.F. Khismatullin // Innovative science. – 2016. – No. 5. – P. 72-74.
19. Zvonov, V.A. Methodology for assessing the effectiveness of using alternative fuels in vehicles in the full life cycle / V.A. Zvonov, A.V. Kozlov, A.S. Terenchenko // Sat. scientific tr. Moscow seminar on gas chemistry 2004-2005. – M.: Oil and gas. – 2006. – P. 114-129.
20. Vellguth G. Eignung von Pflanzenölen und Pflanzenolderivaten als Kraftstoff für Dieselmotoren / G. Vellguth // Grundlagen der Landtechnik. – 1982. – Jg.32. – No. 5. – S. 177-186.
21. Bgantsev V.N. Assessing the sensitivity of biodiesel fuel to magnetic treatment based on changes in cetane number / V.N. Bgantsev // Automobile transport (Kharkov, KhNADU). – 2008. Issue. 23. – pp. 140-141.
22. Mitusova, T.N. Modern diesel fuels and additives for them / T.N. Mitusova, E.V. Polina, M.V. Kalinina. – M.: Tekhnika, Tuma Group LLC, 2002. – 64 p.
23. Tamanja, I. Prospects and justification for the use of biodiesel in marine diesel installations / I. Tamanja, N.N. Shuitasov // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technology. – 2010. – No. 1. – P. 158-166.
24. Berdiev, N.Sh. Biodiesel - an alternative source of energy / N.Sh. Berdiev, Zh.F. Ziyavitdinov, Sh.Zh. Fazliddinov, Sh.T.U. Sadullaev, S.G. Sherimbetov // Universum: chemistry and biology: electron. scientific zhur., 2019. – No. 6 (60). – pp. 21-26.
25. Doskazieva, N.K. Using waste from the production of vegetable oils to obtain biodiesel components / N.K. Doskazieva, L.I. Baytlesova // Oil and gas business. – 2016. – T. 14. – No. 1. – P. 254-257.
26. Agarwal A.K. Effect of Biodiesel Utilization of Wear of Vital Parts in Compression Ignition Engine / A.K. Agarwal, J. Bijwe, L.M. Das // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2003. – Vol. 125. – No. 2. – P. 604-611.
27. GOST 305-82. Diesel fuel. Technical conditions. – M.: Standartinform, 2009. – 11 p.
28. GOST R 52368-2005. EURO diesel fuel. Technical conditions. – M.: Standards Publishing House, 2007 – 30 p.
29. Xue, J. Effect of biodiesel on engine performance and emissions / J. Xue, T. Grift, A. Hansen // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – No. 15. – R. 1098-1116.
30. GOSTR 53605— 2009 (EN 14214:2003) Fuel for internal combustion engines. Methyl esters of fatty acids (FAME) for diesel engines. General technical requirements – M.: Standartinform, 2019. – 15c.
31. Nizamov, A. A. The influence of physico-chemical properties of biofuels on the operation of diesel engines / A. A. Nizamov, O. N. Rozhko // International Youth Scientific Conference "XXII Tupolev Readings (School of Young Scientists)" : Conference proceedings, Kazan, October 19-21, 2015 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Russian Foundation for Basic Research, Kazan National Research Technical University named after Anton Tupolev-KAI (KNITU-KAI). Volume 2. – Kazan: Foliant Publishing House LLC, 2015. – pp. 431-437.
32. Ablaev, A.R. Production and application of biodiesel: a reference guide / A. Ablaev – M.: APK and PPRO, 2006. – 80 p.
33. Markov, V.A. Methyl ether of rapeseed oil as diesel fuel / V.A. Markov, S.A. Nagornov, S.V. Romantsova, V.V. Neverova, Sa Boven // Transport on alternative fuels. – 2017. – № 6 (60). Pp. 17-30.

34. Oner, C. Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as an alternative fuel in a direct injection diesel engine / C. Oner, S. Altun // *Applied Energy*. – 2009. – No. 86. – R. 2114-2120.
35. Ryu, K. The characteristics of performance and exhaust emissions of a diesel engine using a biodiesel with antioxidants / K. Ryu // *Bioresource Technology*. – 2010. No. 101. – R. 578-582.
36. Ramos, M. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties / M. Ramos, S. Fernandez, A. Casas, L. Rodriguez, A. Perez // *Bioresource Technology*. – 2009. – No. 100. – R. 261-268.
37. Kuchkina, A. Yu. Sources of raw materials, methods and prospects for obtaining biodiesel fuel / A. Yu. Kuchkina, N. N. Suschik // *Journal of the Siberian Federal University. Series: Biology*. - 2014. – Vol. 7, No. 1. – pp. 14-42.
38. Nagornov S.A., Kornev A.Yu., Romantsova S.V., Liksutina A.P., Busin I.V. Hydrophilicity of methyl esters of vegetable oils / In the collection: Problems and prospects of innovative development of agroindustrial complex. Collection of scientific reports of the International scientific and practical Conference dedicated to the 40th anniversary of the Federal State Budgetary Educational Institution VNIITiN. 2020. pp. 210-213.
39. Romantsova, S. V. Organization of storage of modern fuels in agricultural oil deposits / S. V. Romantsova, S. A. Nagornov // *Science in Central Russia*. - 2013. – No. 2. – pp. 43-49.
40. Berenblum, A.S. Obtaining motor fuels from non-edible vegetable oils and fats / A.S. Berenblum, V.Ya. Danyushevsky, E.A. Katsman, T.A. Podoplelova, V.R. Flid // *Petrochemistry*. – 2010. Vol. 50. – No. 4. – pp. 317-323.
41. Sister, V.G. Methods of stabilization of biodiesel fuel during storage / V.G. Sister, S.A. Nagornov, S.V. Romantsova, S.V. Bodyagina // *Alternative energy and ecology*. - 2010. – No. 7. – pp. 76-81
42. Nagornov, S.A. Ensuring the quality of fuels during storage / S.A. Nagornov, S.V. Romantsova, O.V. Vikulin // *Mechanization and electrification of agriculture*. - 2010. – No. 5. – pp. 6-8.
43. Nagornov, S. A. Technology of biodiesel fuel storage / S. A. Nagornov, S. V. Romantsova // *Scientific and technical progress in agricultural production : Materials of the International scientific and practical conference*. In 3 volumes, Minsk, October 19-20, 2011 / Editorial Board: P.P. Kazakevich (chief editor), O. Dudarev. Volume 3. – Minsk: Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization", 2011. – pp. 81-86.

#### **Информация об авторах**

В.В. Остриков – доктор технических наук, профессор; А.Ю. Корнев – кандидат технических наук; А.В. Кошелёв – младший научный сотрудник.

#### **Information about the authors**

V. Ostrikov – Doctor of Technical Sciences, Professor; A. Kornev – Candidate of technical Sciences; A. Koshelev – junior researcher.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors:** all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

***The authors declare no conflict of interest.***

Поступила в редакцию (Received): 22.04.2024

Принята к публикации (Accepted): 12.06.2024