УДК 621.899
DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-88-97

УДАЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

[1]Остриков Валерий Васильевич
[1]Сазонов Сергей Николаевич
[1]Вязинкин Виктор Сергеевич
[1]Забродская Алла Владимировна
[1]Жерновников Дмитрий Николаевич
[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *Одним из эффективных способов продления сроков службы двигателей тракторов и увеличения их межремонтного ресурса является периодическая промывка системы смазки от загрязнений. В сельскохозяйственном производстве при проведении технического обслуживания тракторов эта операция практически не проводится. В ФГБНУ ВНИИТиН разрабатывается технологический процесс промывки системы смазки с использованием отработанных моторных масел и моющих добавок. Установлено, что внесение в отработанное моторное масло М-10$Г_2$К моноэтаноламина 2% масс и изопропанола 2% масс с последующим осаждением загрязнений в поле гравитационных сил в течение 7 - 8 часов позволяет получить удовлетворительного качества основу для промывочных масел. Содержание нерастворимого осадка в отработанном масле, смол снижается с 0,9% до 0,01%, цвет масла изменяется с 9 до 5 баллов в единицах ЦНТ. На следующем этапе в очищенное отработанное моторное масло вносится диметилсульфоксид, изопропилат калия и дизельное топливо 3% масс каждой из добавок. Моделирование процесса образования и удаления загрязнений показало принципиальную возможность использования данного состава для очистки системы смазки от смолистых отложений. Установлено снижение количества отложений под действием экспериментального состава промывочного масла с 7 г на пластиках до 1 г. В результате стендовых испытаний состава промывочного масла в двигателе Д-240 определено увеличение содержания нерастворимого осадка в масле с 0,01% до 0,16%, что косвенно характеризует достаточно высокие моющие свойства экспериментального состава промывочного масла. Компрессия в цилиндрах двигателя увеличилась на 8…10%, расход топлива снизился на 4%. В целом по результатам исследований, в первом приближении, можно утверждать о состоятельности гипотезы использования отработанных моторных масел с добавками для промывки системы смазки двигателей тракторов.*

Ключевые слова*: промывочное масло, система смазки, загрязнения, двигатель, отработанное масло, очистка.*

REMOVAL OF POLLUTION FROM THE LUBRICATION SYSTEM OF TRACTOR ENGINES

[1]Ostrikov Valery
[1]Sazonov Sergey
[1]Vyazinkin Viktor
[1]Zabrodskaya Alla
[1]Zhernovnikov Dmitriy
[1]FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract. *One of the effective ways to extend the life of tractor engines and increase their service life between repairs is to periodically flush the lubrication system from pollution. This operation is practically not carried out in agricultural production during the maintenance of tractors. The technological process of washing the lubrication system using used motor oils and detergents is being developed at the Federal State Budget Scientific Institution VNIITiN. It was found that the introduction of monoethanolamine 2% of the mass and isopropanol 2% of the mass to the used M-10G2K engine oil, followed by the deposition of contaminants in the field of gravitational forces for 7-8 hours, makes it possible to obtain a satisfactory quality base for flushing oils.The content of insoluble sediment in the waste oil, the resin is reduced from 0.9% to 0.01%, the color of the oil changes from 9 to 5 points in units of CNT. At the next stage, dimethyl sulfoxide, potassium isopropylate and diesel fuel, 3% by weight of*

each of the additives, are added to the purified used motor oil. Simulation of the process of formation and removal of contaminants has shown the fundamental possibility of using this composition for cleaning the lubrication system from resinous deposits. A decrease in the amount of deposits under the influence of the experimental composition of flushing oil from 7 g on plastics to 1 g was established. As a result of bench tests of the composition of flushing oil in the D-240 engine, an increase in the content of insoluble sediment in oil from 0.01% to 0.16% was determined, which indirectly characterized by fairly high detergency properties of the experimental composition of flushing oil. Compression in engine cylinders increased by 8 ... 10%, fuel consumption decreased by 4%. In general, according to the results of research, in a first approximation, it can be argued about the consistency of the hypothesis of the use of used motor oils with additives for flushing the lubrication system of tractor engines.

Keywords: *flushing oil, lubrication system, pollution, engine, used oil, cleaning.*

Введение. В процессе работы дизельных двигателей внутреннего сгорания на дне картера, в масляных каналах, на деталях цилиндро-поршневой группы могут образовываться смолистые отложения, снижающие эффективность работы тракторных двигателей. Данные факты обусловлены, прежде всего, техническим состоянием двигателей, высокими нагрузками, свойствами моторного масла и качеством используемого дизельного топлива.

По мере срабатывания присадок в масле под маслосъемными и компрессионными кольцами образуются смолистые отложения, способные снизить их подвижность, тем самым ухудшить эксплуатационные показатели двигателя.

Одной из наиболее эффективных мер, снижающих загрязненность деталей двигателя, является их промывка специальными маслами [1, 2, 3].

Промывочные масла, как правило, состоят из базовой основы и присадок [4, 5].

В научно-технической литературе и в других информационных источниках представлен достаточно большой перечень составов промывочных масел и технологий промывки двигателей от загрязнений [6, 7, 8].

В практике очистки двигателей от твердых и мазеподобных отложений существуют противоречивые подходы, основанные на признании необходимости промывки ДВС от загрязнений, с одной стороны, и неэффективности и даже возникновении ситуации аварийного выхода из строя деталей двигателей, с другой стороны [9, 10].

Необходимо признать, что промывка систем смазки двигателей тракторов не нашла широкого применения и распространения в сельскохозяйственном производстве. Одна из важнейших причин отказа от данных операций технического обслуживания является относительно высокая цена на промывочное масло при требуемых значительных объемах масла для промывки дизельных двигателей тракторов и комбайнов.

Оценка загрязненности двигателей тракторов в зависимости от влияния различных факторов в условиях реальной эксплуатации показала, что чаще всего загрязнения, смолы образуются по причине неудовлетворительного технического состояния двигателя (высокий износ деталей ЦПГ, перебои в работе топливной аппаратуры) и низкого качества используемого моторного масла (рисунок 1).

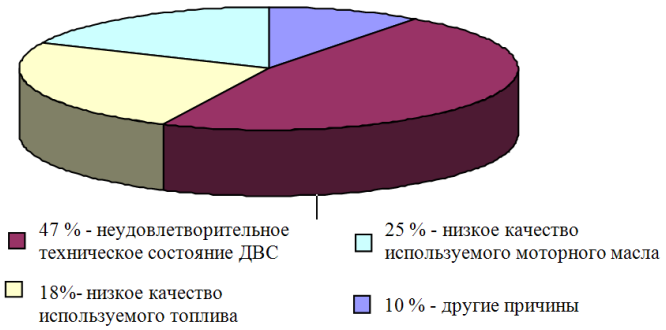

Рисунок 1 – Загрязненность деталей двигателей в зависимости от установленных причин образования загрязнений

Были выбраны 20 тракторов марок МТЗ для анализа технического состояния и загрязненности. Оценивали такие показатели как компрессия в цилиндрах, расхода топлива, мощностные характеристики двигателя. После разборки пяти двигателей рассматривалась подвижность поршневых колец, загрязненность деталей, проводился анализ используемого моторного масла, оценка физико-химических показателей используемого дизельного топлива.

На основании комплексного анализа специалистами инженерных служб ремонтно – технического предприятия совместно со специалистами ФГБНУ ВНИИТиН делалось заключение о степени загрязненности двигателя и причин образования загрязнений. При этом очень сложно однозначно утверждать, что причиной высокой загрязненности двигателя является один фактор. Как правило, просматривалась определенная взаимосвязь факторов.

Анализируя изменения образования отложений в канавках поршневых колец поршня двигателя Д-240, работавшем 250 часов на масле М-10$Г_{2К}$ с неудовлетворительными характеристиками, в сравнении с маслом, отвечающим требованиям ГОСТ, установлена зависимость роста образования отложений от наработки (рисунок 2).

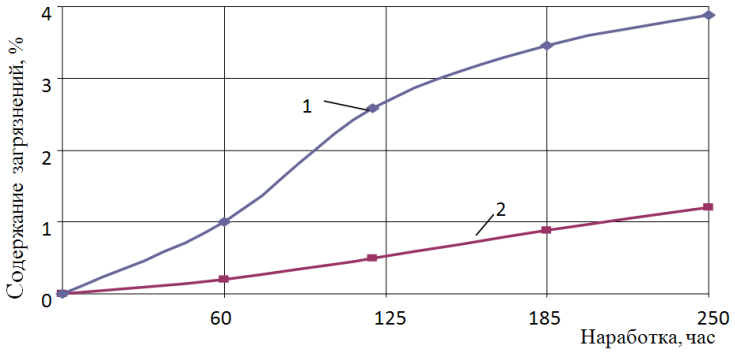

Рисунок 2 – Зависимость интенсивности образования отложений в каналах поршневых колец от наработки: 1 - масло М-10$Г_{2К}$, имеющее отклонения от требований ГОСТ; 2 -масло М-10$Г_{2К}$, соответствующее требованиям ГОСТ

Установлено значительное влияние свойств и качеств исходных масел на величину образования отложений. Отложения представляли собой мазеподобную структуру относительно легко удаляемую.

Целью исследования является повышение эксплуатационных характеристик двигателей тракторов и снижение затрат на техническое обслуживание машин за счет разработки и использования технологического процесса очистки деталей двигателя от загрязнений промывочным маслом на основе отработанного моторного масла.

Новизна исследования – обоснован способ получения основы промывочного масла, установлены зависимости изменения свойств отработанного моторного масла в процессе их очистки и обогащения присадками. Определены рациональные характеристики состава промывочного масла на основе отработанного моторного масла.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в ФГБНУ ВНИИТиН. В отработанном моторном масле после слива из картера двигателя трактора определялись вязкость, температура вспышки, щелочное и кислотное число, содержание нерастворимого осадка. Проводилась очистка масла от смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов физико-химическими методами. При этом в масло вносилось 2 % масс моноэтаноламина и 2 % масс изопропанола. Смесь перемешивалась и нагревалась в реакторе до температуры 130 °С. Далее образовавшаяся суспензия отстаивалась в течение 8 часов с постепенным понижением температуры до 40 °С. В

отстоявшееся масло вносятся присадки в концентрации 1…5 % масс для повышения моющих свойств масла. Перемешивание осуществляется шестеренчатым насосом в течение 15 минут. Полученный состав масла анализируется на содержание щелочного и кислотного числа, определяется вязкость кинематическая при 100°С, температура вспышки и цвет масла в баллах ед. ЦНТ. Далее масло заправляется в двигатель Д-240, проработавший предварительно в стендовых условиях более 200 часов. Двигатель запускается и работает в течение 30 минут при максимальных нагрузках. После остановки масло из картера сливается. Проводится анализ элементарного состава масла до и после испытания. Определяется содержание Al, Fe, Cr, Cu и т.д. Также проводится сравнительный анализ содержания нерастворимого осадка и изменения цвета масла. На основании всего комплекса исследований оцениваются моющие свойства экспериментального состава промывочного масла.

Результаты и обсуждения. Отработанные моторные масла по сравнению с базовыми маслами, используемыми в составах промывочных масел, имеют ряд преимуществ. Отработанное масло содержит порядка 20-30 % не сработавшихся моющее-дисперирующих, противоизносных присадок, имеет удовлетворительную вязкость. Исходя из этого, можно полагать, что время промывки системы смазки может быть увеличено, тем самым увеличена эффективность очистки, температурный режим работы в двигателе.

При этом, отработанное моторное масло имеет в своем составе значительное количество загрязнений, смол, асфальтенов, продуктов окисления масла и сгорания топлива, что делает его не пригодным к использованию в качестве основы промывочного масла. Использование физических способов очистки не позволяет удалить из масла растворимые примеси. Применение известных физико-химических способов очистки увеличивает затраты на очистку, так как предполагает использование сложного технологического оборудования, не доступного основной мессе сельскохозяйственных предприятий.

На основании ранее разработанных ФГБНУ ВНИИТиН способов очистки отработанных моторных масел [11] проведены исследования по упрощению технологического процесса очистки с получением очищающего продукта, отвечающего требованиям, предъявляемым к базовым маслам.

В таблице 1 представлены физико-химические характеристики исходного отработанного моторного масла М-10$Г_{2К}$, используемого при разработке нового технологического процесса очистки.

Отработанное моторное масло помещалось в теплоизолирующую емкость с электронагревательными элементами. Масло нагревалось до 100 °С и далее в него вносился моноэтаноламин – 2 % масс и изопропанол – 2 % масс. После чего температура масла повышалась до 130 °С и дальнейший нагрев прекращался.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики отработанного моторного масла М-10$Г_{2К}$

№ п/п	Показатели	Значение
1.	Вязкость кинематическая, мм²/с, при 100°С	10,6
2.	Щелочное число, мг КОН/г	2,5
3.	Кислотное число, мг КОН/г	1,6
4.	Температура вспышки, °С	198
5.	Содержание нерастворимого осадка, %	0,9
6.	Цвет, балл ед. ЦНТ	9,0

На рисунке 3 представлена зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в масле от времени его отстаивания.

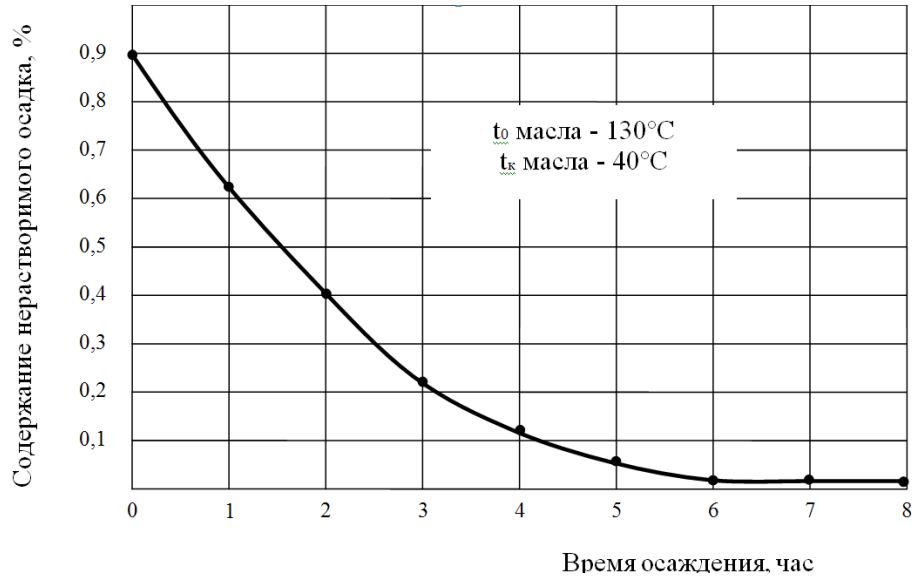

Рисунок 3 - Зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в масле от времени процесса осаждения.

В таблице 2 представлены физико-химические характеристики моторного масла после завершения процесса отстаивания в емкости.

Таблица 2 – Физико-химические характеристики моторного масла после осаждения загрязнений (отстаивание 8 часов).

№ п/п	Показатели	Значение
1.	Вязкость кинематическая, мм²/с, при 100°С	10,0
2.	Щелочное число, мг КОН/г	3,1
3.	Кислотное число, мг КОН/г	0,6
4.	Температура вспышки, °С	201
5.	Содержание нерастворимого осадка, %	0,01
6.	Цвет, балл ед. ЦНТ	5,0

Анализируя зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в масле (рисунок 3) следует отметить, что уже после 6 часов осаждения скоагулировавших загрязнений их концентрация снизилась более чем в 10 раз. Вязкость масла и температура вспышки (таблица 2) практически не изменились и находились на уровне значений характерных для моторных масел используемых в двигателях сельскохозяйственной техники.

Щелочное число увеличилось за счет присутствия в масле моноэтаноламина, что следует расценивать как положительный факт, косвенно свидетельствующий о повышении моющих свойств масла.

Цвет масла изменился с черного у отработанного до светло-коричневого у очищенного. Значение 5 в баллах единицах ЦНТ у масла после очистки соответствует некоторым видам товарных моторных масел, но выше чем у большинства промывочных масел.

В целом по результатам экспериментальных исследований, направленных на получение основы промывочных масел из отработанных минеральных моторных масел можно сделать вывод, что очищенное по упрощенной технологии отработанное масло в первом приближении соответствует требованиям, предъявляемым к маслам для промывки системы смазки от загрязнений.

На следующем этапе разработки состава промывочного масла в очищенное отработанное моторное масло вносились специальные добавки в процентном соотношении 3…9 % масс, повышающие моющие свойства масла. В качестве компонентов добавок использовались диметилсульфоксид и изопропилат калия. Для повышения эффективности растворения смол, лаковых отложений в масло также добавлялось дизельное топливо 1…5 % масс.

Для оценки эффективности растворения смол моделировалось образование отложений в ДВС. В стакан диаметром 60 мм и высотой 10 мм помещалось отработанное моторное масло М-10$Г_{2К}$ слитое из картера двигателя. Стакан устанавливался в муфельную печь, где в течение 1 часа при температуре 200 °С проводился нагрев масла. Образовавшуюся после нагрева и выгорания масла пленку рассматривали как мазеподобные отложения и загрязнения системы смазки.

Далее в стакан заправлялось масло с различным компонентным составом добавок. Емкость закрывалась и проводилось встряхивание в течение 15…60 минут. После чего масло сливалось, проводился процесс сушки, взвешивания и визуальной оценки промываемой поверхности стакана.

На рисунке 4 показаны выборочные значения изменения количества отложений на пластинах от времени промывки (встряхивания).

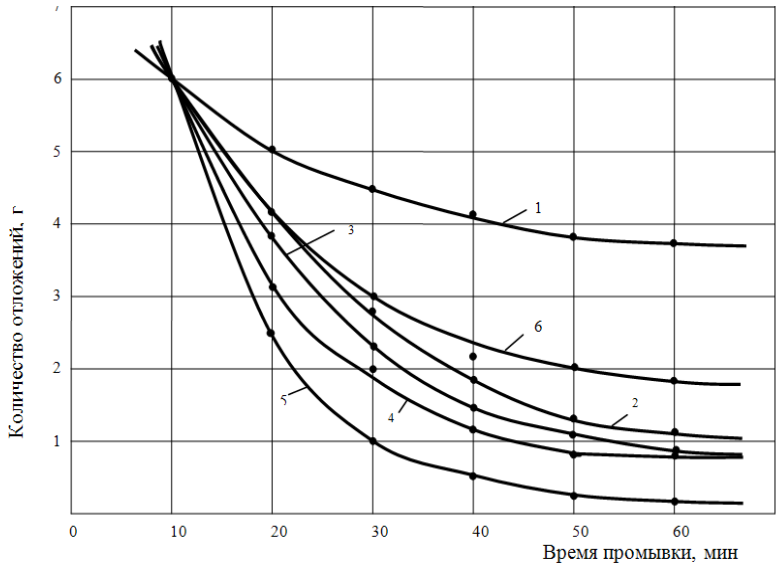

Рисунок 4 - Зависимость изменения количества отложений от времени промывки загрязненной поверхности

Анализируя полученные результаты исследований следует отметить, что самой низкой моющей способностью из рассмотренных составов обладает очищенное моторное масло без добавок 1, самой высокой – чистое дизельное топливо 5. Однако дизельное топливо не следует рассматривать в качестве моющего средства, а только в качестве добавок. При этом товарное промывочное масло 6 имело относительно не высокие показатели промывки. В частности, содержание загрязнений снизилось с 7 до 2 г после одного часа промывки. Экспериментальные составы 2, 3, 4 на основе очищенного отработанного моторного масла позволили снизить содержание загрязнений на поверхности стаканов с 7 до 1 г.

Следует отметить, что данные исследования позволяют получить только общую информацию о моющей способности составов, так как полученные результаты имеют большую погрешность в определениях.

Вместе с тем, полученные значения корреспондируются с результатами визуальной оценки чистоты поверхностей стаканов до и после проведения экспериментов по удалению смолистых отложений.

Результаты лабораторных исследований только с определенной степенью достоверности подтверждают моющие свойства промывочных масел. В условиях реальной эксплуатации дизельных двигателей отложения и загрязнения системы смазки, как правило, имеют несколько другую структуру, состав, твердость и т.д.

В связи с чем, проведены исследования по определению моющих свойств экспериментального состава и эффективности удаления загрязнений на полноразмерном двигателе Д-240. Двигатель работал более 200 часов. Оценка состояния загрязненности деталей и агрегатов проводилась путем частичной разборки и фотосъемки. Техническое состояние оценивалось на основе определения компрессии в цилиндрах, расхода топлива и давления масла в системе смазки.

Для проведения испытаний готовилось промывочное масло путем очистки отработанного моторного масла М-10$Г_{2К}$ вышерассмотренным способом с последующим внесением диметилсульфоксида, изопропилата калия и дизельного топлива. Рациональной концентрацией внесения каждой из добавок принято значение по 3 % масс каждого составляющего компонента.

Эффективность удаления загрязнений из системы смазки определялась на основании периодического анализа физико-химических характеристик промывочного масла.

На рисунке 5 представлена зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в масле от времени работы двигателя.

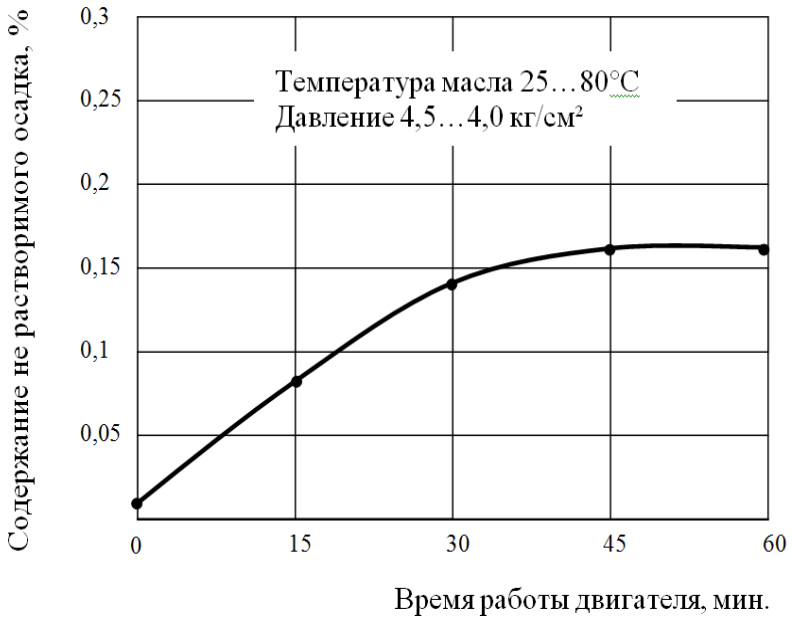

Рисунок 5 - Зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в экспериментальном промывочном масле от времени работы двигателя

Интенсивное накопление загрязнений, смол в масле отмечено в первые 30 минут работы двигателя, далее процесс стабилизируется. То есть рациональным временем промывки, в первом приближении, следует считать 30-40 минут. Увеличение времени промывки системы смазки по сравнению с принятым и рекомендованным для известных промывочных масел следует объяснить свойствами основы экспериментального состава, полученной из отработанного моторного масла.

Анализируя изменение элементного состава промывочного масла до и после проведения операции промывки системы смазки (таблица 3) установлено, что разработанный состав позволяет удалять не только смолы, но и продукты износа.

Таблица 3 – Изменение элементного состава промывочного масла

Элемент	проба промывочного масла	концентрация	
		мг/л	p.p.m.
Fe	Исходная проба	26,04	28,64
	После промывки	58,97	64,87
Al	Исходная проба	1.09	1,19
	После промывки	3,21	3,52
Cr	Исходная проба	2,57	2,83
	После промывки	4,19	4,60
Cu	Исходная проба	1,10	1,20
	После промывки	3,81	4,19

Определение компрессии в цилиндрах двигателя после завершения операции промывки показало увеличение данного показателя на 8…10 % по сравнению с первоначальным состоянием. Расход топлива снизился на 4%.

Выводы. На основании результатов исследования установлено, что использование отработанных моторных масел в качестве основы промывочных масел является обоснованным решением. Отработанное моторное масло по сравнению с базовыми маслами, используемыми для приготовления промывочных масел, обладает более высокими моющими, противоизносными свойствами. Удаление из отработанных моторных масел смол, продуктов окисления позволяет их рекомендовать в качестве основы промывочного масла.

Внесение в очищенное от загрязнений отработанное моторное масло диметилсульфоксида, изопропилата калия и дизельного топлива позволяет повысить моющие свойства очищенного масла.

В результате испытания экспериментального состава промывочного масла в системе смазки двигателя Д-240 установлено повышение компрессии и снижение расхода топлива.

Список литературы

1. Остриков В.В., Сазонов С.Н., Афанасьев Д.И., Забродская А.В., Афоничев Д.Н. Исследования по разработке состава приработочного масла для послеремонтной обкатки двигателей тракторов // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 1(52). С. 136-144.

2. Остриков В.В., Петрашев А.И., Сазонов С.Н., Забродская А.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. / Москва – Вологда: Инфра – Инженерия, 2019. 244 с.

3. Картошкин А.П. Исследование нагароотложений на деталях цилиндропоршневой группы при эксплуатации дизелей сельскохозяйственных тракторов. Л.:ЛСХИ, 1984. 97 с.

4. Николаенко А.В., Картошкин А.П., Проскурин А.И. Количественные характеристики ухудшения работы тракторного дизеля при нагарообразованиях в цилиндрах // Двигателестроение. 1984. № 8. С. 45-49.

5. Непогодьев А.В., Ворожихина В.И., Рязанов Л.С. и др. Высокотемпературное динамическое окисление масла в поршневом двигателе // Двигателестроение. 1990. № 3. С. 51-54.

6. Григорьев М.А., Бунаков Б.М., Коган Б.М., Пичугин Е.В. Исследование абразивных свойств нагара двигателей. М.: Трение и износ, 1983. Т. 4. № 2. 439 с.

7. Adkins P. The Burning of Emulsified Fuel in Medium Speed Diesel Engines // Fairplay International Shipping Weekly. 1982. Vol. 281. № 5132. P. 27-29.

8. Elf bringt Diesel-Wasser-Gemisch auf den Deutschen Markt // Komrnun-alwirtschaft. 1999. № 7. P. 59 - 60.

9. Николаенко А.В., Хватов В.Н. Повышение эффективности использования тракторных дизелей в сельском хозяйстве. Л.: Агропромиздат,. 1986. 411 с.

10. Колпаков В.Е. Метод ускоренных испытаний на нагарообразование и профилактика нагароотложений в выпускных клапанах газораспределительного механизма дизелей сельскохозяйственных тракторов: автореф. дис…. канд. техн. наук. – Л. 1986. 16 с.

11. Патент № 2614244. Способ очистки отработанных минеральных моторных масел / Остриков В. В., Афанасьев Д.И., Кругов В.Ф., Сазонов С.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН, заявл. 30.05.2016; опубл. 24.03.2017; Бюл. 9.

References

1. Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Afanas'ev D.I., Zabrodskaya A.V., Afonichev D.N. Issledovaniya po razrabotke sostava prirabotochnogo masla dlya posleremontnoj obkatki dvigatelej traktorov //Vestnik Voronezhskogo GAU. 2017. № 1(52). S. 136-144.
2. Ostrikov V.V., Petrashev A.I., Sazonov S.N., Zabrodskaya A.V. Toplivo, smazochnye materialy i tekhnicheskie zhidkosti: uchebnoe posobie. / Moskva – Vologda: Infra – Inzheneriya, 2019. 244 s.
3. Kartoshkin A.P. Issledovanie nagarootlozhenij na detalyah cilindroporshnevoj gruppy pri ekspluatacii dizelej sel'skohozyajstvennyh traktorov. L.: LSKHI, 1984. 97 s.
4. Nikolaenko A.V., Kartoshkin A.P., Proskurin A.I. Kolichestvennye harakteristiki uhudsheniya raboty traktornogo dizelya pri nagaroobrazovaniyah v cilindrah // Dvigatelestroenie. 1984. № 8. S. 45-49.
5. Nepogod'ev A.V.. Vorozhihina V.I., Ryazanov L.S. i dr. Vysokotemperaturnoe dinamicheskoe okislenie masla v porshnevom dvigatele // Dvigatelestroenie. 1990. № 3. S. 51-54.
6. Grigor'ev M.A., Bunakov B.M., Kogan B.M., Pichugin E.V. Issledovanie abrazivnyh svojstv nagara dvigatelej. M.: Trenie i iznos, 1983. T. 4. № 2. 439 s.
7. Adkins P. The Burning of Emulsified Fuel in Medium Speed Diesel Engines // Fairplay International Shipping Weekly. 1982. Vol. 281. № 5132. R. 27-29.
8. Elf bringt Diesel-Wasser-Gemisch auf den Deutschen Markt // Komrnun-alwirtschaft. 1999. № 7. R. 59 - 60.
9. Nikolaenko A.V., Hvatov V.N. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya traktornyh dizelej v sel'skom hozyajstve. L.: Agropromizdat,. 1986. 411 s.
10. Kolpakov V.E. Metod uskorennyh ispytanij na nagaroobrazovanie i profilaktika nagarootlozhenij v vypusknyh klapanah gazoraspredelitel'nogo mekhanizma dizelej sel'skohozyajstvennyh traktorov: avtoref. dis…. kand. tekhn. nauk. – L. 1986. 16 s.
11. Patent № 2614244. Sposob ochistki otrabotannyh mineral'nyh motornyh masel / Ostrikov V. V., Afanas'ev D.I., Krugov V.F., Sazonov S.N.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBNU VNIITiN, zayavl. 30.05.2016; opubl. 24.03.2017; Byul.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Остриков Валерий Васильевич – доктор технических наук, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Сазонов Сергей Николаевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: snsazon@mail.ru.

Вязинкин Виктор Сергеевич – научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Забродская Алла Владимировна – научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Жерновников Дмитрий Николаевич – инженер Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Author credentials

Affiliations

Ostrikov Valery– Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for the Use of Technics and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Sazonov Sergey – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for the Use of Engineering and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Vyazinkin Victor – Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for the Use of Engineering and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Zabrodskaya Alla – Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for the Use of Engineering and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Zhernovnikov Dmitry – engineer of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for the Use of Engineering and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Поступила в редакцию (Received): 27.06.2019 Принята к публикации (Accepted): 30.07.2019

УДК62-533.65
DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-97-108

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО УГЛЕРОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В НАГРЕВАТЕЛЯХ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МОТОРНОГО МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

[1]Ягубов Виктор Сахибович
[1]Щегольков Александр Викторович
[1]Нагдаев Владимир Константинович
[1]Ткачев Алексей Григорьевич
[1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Реферат. *Использование электронагревателей для улучшения температурного состояния отдельных элементов автотранспорта позволяет улучшить пуск и снизить токсичность выхлопных газов. Изучали возможность применения углеродных нанотрубок (УНТ) в бинарном наполнителе нагревательных элементов для тепловой подготовки узлов автотранспортной техники. В качестве основы нагревательного элемента, использовали кремнийорганический компаунд (КОК) «Силагерм 8030, электропроводящих наполнителей - смесь УНТ с электроугольным графитом ЭУ-1. Разработана методика изготовления нагревателей. Установлены оптимальные концентрации бинарного наполнителя. Изучены электрофизические параметры изготовленных образцов нагревателей. С помощью тепловизионной съемки установили, что работоспособность исследуемых нагревателей не зависит от их формы*. В *ходе исследований выявлено, что при изменении температуры окружающей среды от минус 64 до +20 °С электрическое сопротивление нагревателя изменяется от 99 до 59 Ом. Это свидетельствует о положительном температурном коэффициенте сопротивления и о том, что разработанные нагреватели обладают эффектом саморегулирования температуры. Обоснованы режимные параметры электронагревателей на основе полимеров, модифицированных углеродными нанотрубками, работающих от источника переменного тока под напряжением 110 В. Саморегулируемый нагреватель, подключенный к такому источнику переменного тока, позволяет нагреть моторное масло с -20 °С до +15 °С за 22 мин.*

Ключевые слова: *наномодифицированный кремнийорганический компаунд, углеродные нанотрубки (УНТ), электронагрев, саморегулирование, двигатель внутреннего сгорания, электроугольный графит.*

APPLICATION OF NANOSTRUCTURAL CARBON FILLER IN HEATERS FOR REGULATING THE TEMPERATURE OF MOTOR OIL IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES UNDER THE CONDITIONS OF LOW TEMPERATURES

[1]Yagubov Victor
[1]Shchegolkov Alexander