Penkov Nikita Alekseevich – candidate of technical sciences, head of laboratory MERC AF «AFA», Russia, Voronezh, e-mail: myth_np_nikit@mail.ru.

Nevstruev Yury Alekseevich – candidate of technical sciences, docent, lead engineer Aquapascal, Russia, Voronezh, e-mail: serg24012@mail.ru.

Biryukov Alexander Vyacheslavovich – postgraduate student of the department of AEEP of Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, e-mail: snikishin24@bk.ru.

Vlasov Dmitry Alexandrovich – practical training instructor MERC AF «AFA», Russia, Voronezh, e-mail: myth7np7nikit@gmail.com.

Поступила в редакцию (Received): 17.03.2022 Принята к публикации (Accepted): 21.04.2022

УДК 621.899
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-2-142-147

ОЧИСТКА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

[1]Кошелев Александр Викторович

[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *В результате анализа состояния вопроса повышения эффективности использования техники и продления сроков ее службы в предприятиях АПК определено, что отказ от операции промывки системы смазки после замены отработавшего свой срок моторного масла приводит к снижению эксплуатационных характеристик дизельных двигателей тракторов, снижается срок службы свежего заправленного масла. В ходе моделирования процесса промывки масляных каналов установлено, что товарное масло М-10Г$_2$ не в полной мере обеспечивает удаление загрязнений из системы по сравнению со специальными промывочными маслами. Так, в результате предварительных экспериментальных исследований установлено, что при давлении 4 кг/см^2 содержание нерастворимого осадка в масле М-10Г$_2$ снижается на 0,1-0,2%. По мере повышения давления до 8 кг/см^2 эти показатели улучшаются. Одной из задач повышения эффективности промывки системы смазки является снижение затрат на выполнение данной операции. В связи с этим принято решение по использованию отработавшего свой срок моторного масла в качестве промывочного масла. В лабораторных условиях рассмотрена возможность удаления из отработанного масла загрязнения. Для этих целей в нагретое масло вносились коагулянты и проводилась операция по очистке масла в лабораторной центрифуге. После чего проводилась оценка моющих свойств масла М-10Г$_2$, промывочного масла марки «Волга» и очищенного отработанного масла, позволявшая установить достаточно высокие моющие свойства товарного масла и очищенного отработанного моторного масла. Рассмотрена возможность очистки системы смазки отработанным моторным маслом без его слива в картере двигателя. Установлено, что внесение в картер двигателя 2% масс раствора карбамида в гидроксиде аммония позволяет укрупнить частицы загрязнения с последующим их удалением встроенной в систему смазки центрифугой. Толщина слоя осадка на стенках центрифуги за 30 минут работы двигателя на масле с добавками составляла 20 мм, в то время как за период наработки 200 часов равнялось 15 мм. Цвет масла в единицах ЦНТ изменился с 7 до 3,5.*

Ключевые слова: *система смазки, загрязнения, промывка, очистка масла без слива из картера двигателя, толщина слоя осадка.*

CLEANING OF TRACTOR ENGINE LUBRICATION SYSTEM

[1]Koshelev Alexander

[1]FSBSI «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture»

Abstract. *As a result of the analysis of the state of the issue of increasing the efficiency of the use of machinery and extending the service life in agricultural enterprises, it was determined that the refusal of the operation of flushing the lubrication system after replacing the engine oil that has expired reduces the operational characteristics of diesel engines of tractors, the service life of freshly refilled oil decreases. It was established in the course of modeling the process of flushing oil channels that commercial oil M-10G2 does not fully ensure the removal of contaminants from the system compared to special flushing oils. Thus, as a result of preliminary experimental studies, it was found that at a pressure of 4 kg / cm2, the content of insoluble precipitate in M-10G2 oil decreases by 0.1-0.2%. As the pressure increases to 8 kg / cm2, these indicators improve. One of the tasks of increasing the efficiency of flushing the lubrication system is to reduce the cost of improving this operation. In this regard, it was decided to use the engine oil that has been used for its life as a washing oil. In laboratory conditions, the possibility of removing contamination from the waste oil was considered. For these purposes, coagulants were introduced into the heated oil and an oil purification operation was carried out in a laboratory centrifuge. After that, the washing properties of the M-10G2 oil of the Volga brand washing oil and purified waste oil were evaluated, which allowed to establish sufficiently high washing properties of commercial oil and purified used engine oil. The possibility of cleaning the lubrication system with used engine oil without draining it from the engine crankcase is considered. It was found that the introduction of a 2% mass solution of urea in ammonium hydroxide into the crankcase of the engine makes it possible to enlarge the contamination particles with their subsequent removal by a centrifuge built into the lubrication system. The thickness of the sediment layer on the walls of the centrifuge for 30 minutes of engine operation on oil with additives was 20 mm, while for a period of 200 hours it was 15 minutes. The color of the oil in CST units has changed from 7 to 3.5.*

Key words*: lubrication system, pollution, flushing, oil purification without draining from the crankcase of the engine, the thickness of the sediment layer.*

Введение. По мере работы двигателей тракторов в системе смазки накапливаются загрязнения, которые снижают эксплуатационные характеристики, производственные показатели, сроки выполнения работ машиной [1,2,3].

Образующиеся загрязнения зашлаковывают масляные каналы, ухудшают проход масла и его охлаждение. На поршнях и других деталях образуются смолистые, твердые отложения, снижая мощность и компрессию двигателя. В целом снижается срок службы и ресурс работы узлов и деталей машин [4,5].

Следствиями образования нагаров, загрязнений является низкое качество масла, используемого дизельного топлива, техническое состояние двигателя, и т.д.

Чаще всего загрязнению подвержены поддоны картеров [6,7,8] и масляные каналы, которые после заправки свежего масла, при смешивании осадка с чистым маслом создают «эффект изменения цвета» быстрого загрязнения масла.

Безусловно при заправке свежего масла в картер, происходит смыв отработанного масла с деталей, нагаров, которые вызывают увеличение кислотного числа масла, что влияет на срок его службы до замены.

Для решения вопросов снижения вышеприведенных задач существует промывочное масло. И в технологии замены отработанного масла предусмотрена операция промывки системы смазки. Однако существует ряд объективных и субъективных причин отказа от применения промывочного масла в реальных условиях эксплуатации:

- недостаточно высокое качество масел для промывки систем смазки дизельных двигателей тракторов;
- объём используемых для промывки масел достаточно велик, что влечет за собой увеличение затрат на ТО;

- низкий уровень инженерно-технической базы и квалификации специалистов в АПК.

Методика проведения исследований. Первоначально исследования проводятся метом моделирования. На поверхности труб (каналов) наносится субстанция, представляющая собой некий аналог загрязнений в картере двигателя. Моторное масло М-10Г$_2$ разогревается до температуры 80º*С*. Масло под давлением 4 и 8 кг/см^2 пропускается через трубу в течении 30 минут. Далее по загрязненности масла оценивается степень очистки трубы. По цвету масла оценивают эффективность промывки системы смазки.

На втором этапе готовится разъёмная труба Ø20 мм. На внутренние стенки трубы наносится смолистая смесь. Эта смесь прогревается открытым пламенем с наружной стороны трубы до образования твердых отложений. Далее части труб соединяются болтами. Конструкция и внешний вид устройства представлены на риснке1.

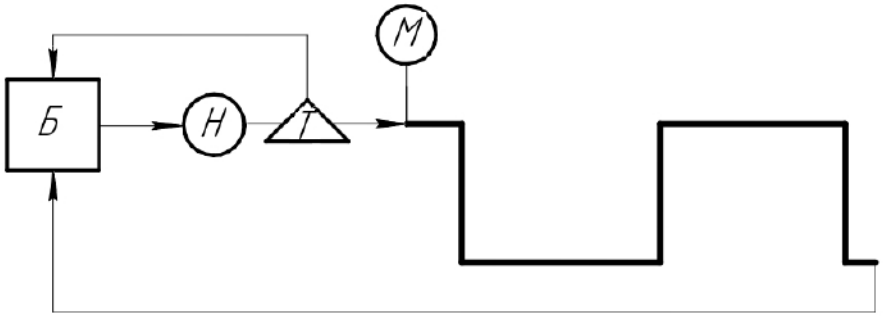

Рисунок 1 - Принципиальная схема устройства для оценки эффективности промывки смазочных каналов

В баке «Б» происходит очистка загрязнённого моторного масла. Для этих целей в бак «Б» заправляется отработанное моторное масло. Проводится нагрев до температуры 80º*С*. Далее в бак вносится 2% -ный раствор карбамида в гидроксиде аммония в соотношении 50:50 и нагревается до 120º*С*. Очищенное масло закачивается насосом «Н» в систему труб под давлением, регулируемым клапаном «Т» и контролируется манометром «М». Эффективность очистки определяется по загрязненности масла и чистоте внутренних стенок труб.

В дополнение проводят анализ масла на содержание нерастворимого осадка и механических примесей.

Результаты исследований и их обсуждение. Как отмечалось ранее, загрязнённость системы смазки снижает эксплуатационные характеристики двигателя. Уменьшает его ресурс до ремонта и влияет в целом на экономические показатели эффективности сельскохозяйственной техники.

Анализируя полученные данные следует отметить, что давление масляного потока позволяет удалить загрязнения с поверхностей. При этом содержание механических примесей, соответственно 0,1% и 0,2% в первом и во втором случае. Данные факты объясняются присутствием в масле удаляемых смол.

В той же системе трубопроводов проводилась оценка моющих свойств жидкостей в сравнительном режиме с маслом М-10Г$_2$, при температуре масла 80º*С,* при давлении 8 кг/см^2.

Содержание механических примесей остается на прежнем уровне, а содержание нерастворимого осадка снизилось практически на 20% по сравнению с промывочным маслом.

Как утверждалось ранее использование товарных масел не всегда является ресурсосберегающим фактором, а особенно данный факт характерен для устаревшей техники, где дополнительные затраты на ТО, как правило являются финансовыми проблемами для сельхозпредприятий.

С целью снижения затрат и решения вопроса ресурсосбережения при ТО, предлагается использовать работающее масло в качестве промывочной жидкости.

Несмотря на то, что моющие свойства отработанных масел находятся на низком уровне, проводимые исследования предполагают решение задач ресурсосбережения.

В данном контексте проводились исследования по очитке отработанных масел для их использования в качестве промывочных жидкостей. Для этих целей отработанное масло из двигателя Д-240 сливалось и проводилась его очистка карбамидом и гидроксидом аммония, готовилась смесь в пропорции 50/50 и вносилась в масло в соотношении 2% от объёма масла. После этого приготовленная смесь перемешивалась и нагревалась до температуры 120º*С*. Перемешивание происходило до появления коагуляционных процессов. Контроль процесса проводился на фильтровальной бумаге, после чего масло очищалось на реактивной центрифуге. Очищенное масло заправлялось в рассматриваемую систему. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний очищенного масла, товарного масла М-10Г$_2$, и товарного промывочного масла «Волга»

Показатели	Товарное масло (загрязненное) М-10Г$_2$	Товарное промывочное масло «Волга»	Очищенное моторное масло (загрязненное)
Содержание механических примесей (%)	0,8	0,9	1,7
Содержание нерастворимого осадка (%)	0,9	1,1	1,2

Предлагаемые методы очистки предусматривают использование специального оборудования, однако это не всегда представляется возможным, особенно в полевых условиях.

В ФГБНУ ВНИИТиН разрабатывается способ промывки, заключающийся в следующем. Двигатель прогревают до температуры масла 80º*С*. Далее готовят раствор, состоящий из гидроксида аммония и карбамида, в пропорции 50/50 в соотношении 2% к объему масла. Следует отметить, что двигатель должен быть оснащен центрифугой. Перед началом процесса очистки центрифуга очищается от загрязнений. Далее в картер двигателя через заливную горловину заливается коагулирующая жидкость. Двигатель запускается и работает на холостом ходу в течение 15 минут. Через 15 минут проводится анализ качества прохождения процесса коагуляции на фильтровальной бумаге. Далее обороты двигателя увеличивают до 1500 об/мин на 15 мин. После этого двигатель останавливают о проводят очистку центрифуги от загрязнений. На рисунке 2 показана толщина слоя осадка за определенный период работы центрифуги и изменение цвета масла.

Оценка динамики изменения величины осадка показывает, что данная характеристика может отличаться от известных зависимостей, т.к. при высокой загруженности двигателя, низком качестве масла и дизельного топлива данный показатель может быть выше.

Значительное количество экспериментов показывает, что конечный результат по цвету масла в двигателе 3,5-4,5 баллов в единицах ЦНТ. Что соответствует значению товарного масла, выпускаемого по ТУ.

Остается не до конца ясным вопрос эффективности действия присадок, их остаточное содержание, как правило, не превышает 30%.

Такие показатели, как вязкость, температура вспышки, щелочное и кислотное число соответствует требованиям, предъявляемым к маслу М-8Г$_2$. А именно вязкость кинематическая – 8мм/с^2, щелочное число 3 мг КОН/г, температур вспышки 200º*С*.

Оценка повторного использования очищенного моторного масла М-10Г$_2$ в качестве промывочного масла показала его достаточно высокие моющие свойства.

Масло заправлялось в двигатель Д-240 и проводилась очистка системы смазки после слива отработанного масла.

Эффективность очистки системы оценивалось по изменению физико-химических показателей моторного масла М-10Г$_2$.

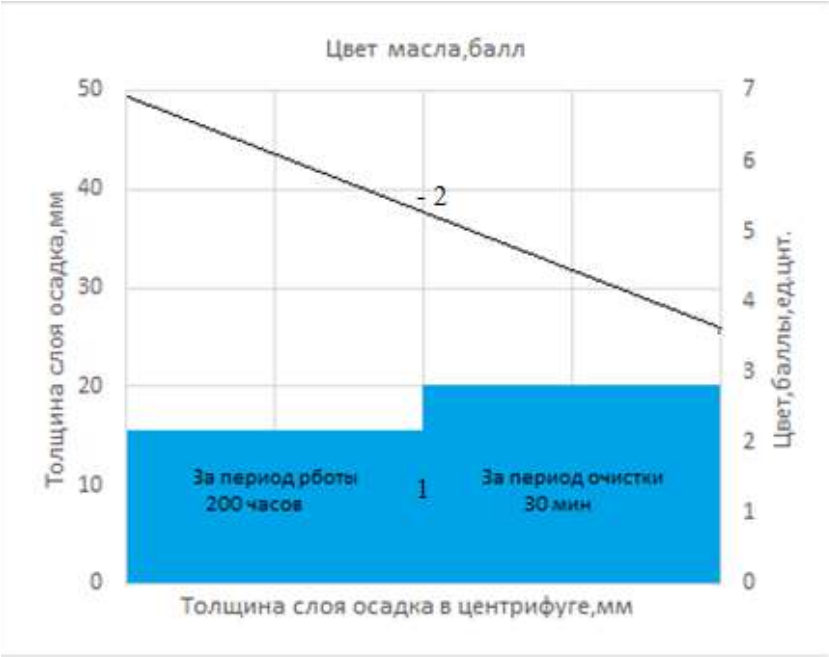

Рисунок 2 - Динамика изменения загрязнённости (1) и цвета масла (2) в процессе очистки

На рисунке 3 показаны зависимости изменения содержания нерастворимого осадка и цвета масла в зависимости от времени очистки.

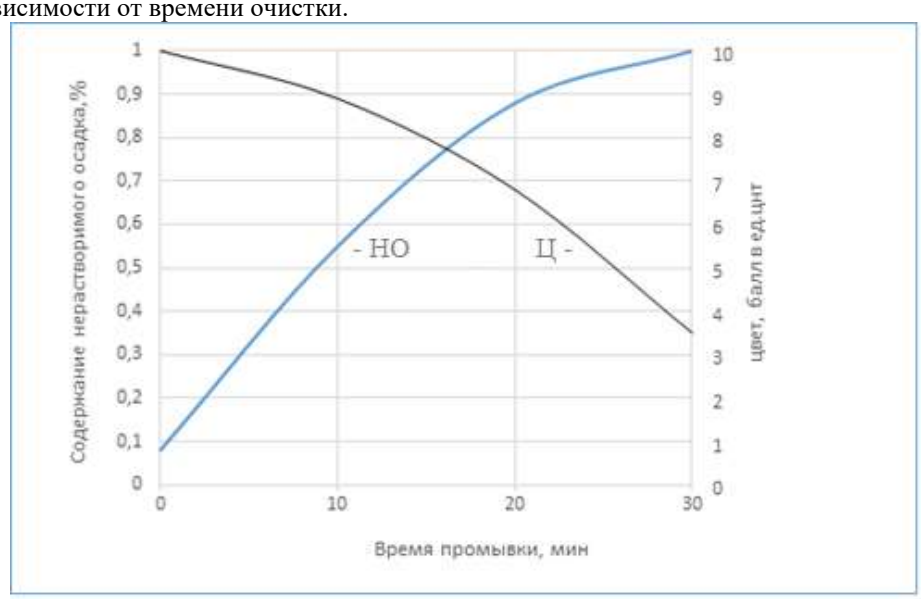

Рисунок 3 - Зависимость изменения загрязнения масла от времени промывки двигателя; НО – нерастворимый осадок, Ц – цвет масла

Определено, что повторное применение отработанного очищенного масла в среднефорсированных двигателях для промывки системы смазки позволяет удалить большую часть загрязнений. Исходя из анализа отработавшего в двигателе масла установлено, что содержание нерастворимого осадка увеличивается с 0,08% до 0,95%, при этом цвет масла изменяется с прозрачного коричнево-красного 4,5 балла до 9 баллов и приобретает черный цвет.

Заключение. В результате всего комплекса исследований установлено, что товарное масло М-10$Г_2$ имеет более низкие моющие свойства по сравнению с товарным моющим маслом для удаления загрязнений из системы смазки двигателей тракторов. В процессе очистки отработанного масла и удаления загрязнений с поверхности металла определено, что содержание загрязнений на 20-30% меньше, чем при использовании товарного промывочного масла. Это при том, что давление в системе составляло 4кг/см^2, а время промывки составляло 30 минут. Рассмотрена возможность очистки масел и систем смазки без слива отработанного масла из картера двигателя. Установлено превосходство предлагаемого способа по сравнению с очисткой в принятом режиме в центрифуге. Толщина слоя загрязнения в роторе центрифуге по рассмотренному способу за 30 минут практически аналогична периоду очистки за 200 часов работы двигателя.

Список литературы

1. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Москва: Техинформ, 1999. 596 с.

2. Остриков В.В., Петрашев А.И., Сазонов С.Н., Оробинский В.И., Афоничев Д.Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – 391 с.

3. Венцель С.В. Применение смазочных масел в автомобильных и тракторных двигателях. М.: Химия, 1979. 240 с.

4. Лышко Г.П. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости. Москва: Колос, 1979. 256 с.

5. Применение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей в АПК. уч. пособие/ С.В.Стребков, В.В. Стрельцов – Белгород БГСХА, 1999. 404с.

6. Григорьев М.А. Качество моторного масла и надежность двигателей – изд. стандарт 1981. 232 с.

7. Lesli R. Rudnik. Lubricant additives: chemistry and applications. – 2nd. ed. 2008. 778p.

8. Итинская Н.И. Экономное использование нефтепродуктов. - Колос. -1984. 175с.

References

1. Shkolnikov V.M. Fuels, lubricants, technical fluids. Moscow: Techinform, 1999. 596 p.

2. Ostrikov V.V., Petrashev A.I., Sazonov S.N., Orobinsky V.I., Afonichev D.N. Fuel, lubricants and technical fluids: a textbook. Voronezh: Voronezh State University, 2017. - 391 p.

3. Wenzel S.V. The use of lubricating oils in automobile and tractor engines. M.: Chemistry, 1979. 240 p.

4. Lyshko G.P. Fuel, lubricants and technical fluids. Moscow: Kolos, 1979. 256 p.

5. The use of fuel, lubricants and technical fluids in agriculture. textbook/ S.V.Strebkov, V.V. Streltsov - Belgorod BGSHA, 1999. 404s.

6. Grigoriev M.A. Engine oil quality and engine reliability - ed. standards 1981. 232 p.

7. Leslie R. Rudnick. Lubricant additives: chemistry and applications– - 2nd. ed. 2008. 778p.

8. Itinskaya N.I. Economical use of petroleum products. - Ear. -1984. 175c.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Кошелев Александр Викторович – младший 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

Author credentials

Affiliations

Koshelev Alexander Viktorovich - junior Researcher at the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru

Поступила в редакцию (Received): 17.03.2022 Принята к публикации (Accepted): 12.03.2022