УДК 621.899:620.197
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-3-70-75

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ДВИГАТЕЛЯХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

[1]Остриков Валерий Васильевич
[1]Вязинкин Виктор Сергеевич
[1]Кошелев Александр Викторович
[1]Забродская Алла Владимировна
[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *В результате изменения физико-химических характеристик моторного масла в двигателях зерноуборочных комбайнов установлено, что за период уборочных работ в большей степени изменяется щелочное число масла. В частности, в комбайнах Дон-1500 щелочное число снизилось с 8 мг КОН/г до 5 – 6 мг КОН/г. При этом вязкость масла и температура вспышки изменились минимально за период наработки 180 часов. Определено, что за период хранения и простоя комбайна в течение 10 месяцев щелочное число снизилось не более чем на 5 %, в то время как кислотное число увеличилось, что свидетельствует об окислительных процессах, происходящих в масле в период простоя комбайнов на открытой площадке. В плане рассмотрения возможности очистки работающего в двигателе моторного масла от смол и продуктов окисления проведены лабораторные исследования по удалению нерастворимого осадка. Установлено, что добавление в масло 2 % раствора гидроксида аммония с растворённым карбамидом в соотношении 50:50 с последующим нагревом и центрифугированием позволяет снизить содержание нерастворимых загрязнений в 10 раз, значение кислотного числа снижается в 2 раза. В процессе проведения лабораторных исследований рассматривалось влияние простоя комбайнов на защитные свойства масла. Определено, что га пластинах из стали Ст3 образовались следы коррозии, не превышающие 7…10 % от площади обработанной маслом поверхности. Полученные результаты исследований являются одним из этапов разработки технологии продления сроков службы моторного масла и защиты деталей двигателей комбайнов от коррозии в период их послеуборочного хранения.*

Ключевые слова: *моторное масло, физико-химические характеристики, изменение свойств, коррозия, защита, очистка, срок службы.*

CHANGING THE CHARACTERISTICS OF MOTOR OILS IN ENGINES OF GRAIN HARVESTERS

[1]Ostrikov Valery
[1]Vyazinkin Viktor
[1]Koshelev Alexander
[1] Zabrodskaya Alla
[1]FSBSI "All-Russian Research Institute for Use Machinery and Petroleum products in Agriculture"

Abstract. *As a result of changes in the physical and chemical characteristics of motor oil in the engines of combine harvesters, it was found that during the period of harvesting, the base number of the oil changes to a greater extent. In particular, in Don-1500 combines, the alkaline number decreased from 8 mg KOH/g to 5-6 mg KOH/g. At the same time, the viscosity of the oil and the flash point changed minimally over the period of operation of 180 hours. It was determined that during the period of storage and downtime of the combine for 10 months, the alkaline number decreased by no more than 5%, while the acid number increased, which indicates oxidative processes occurring in the oil during the downtime of combines in an open area. In terms of considering the possibility of cleaning the engine oil from resins and oxidation products, laboratory studies were carried out to remove insoluble sediment. It has been established that the addition of a 2% ammonium hydroxide solution with dissolved carbamide to the oil in*

a ratio of 50:50, followed by heating and centrifugation, makes it possible to reduce the content of insoluble contaminants by 10 times, the value of the acid number decreases by 2 times. In the process of conducting laboratory studies, the effect of downtime of combine harvesters on the protective properties of the oil was considered. It was determined that traces of corrosion were formed on plates made of St3 steel, not exceeding 7 ... 10% of the area of the surface treated with oil. The obtained results of the research are one of the stages in the development of technology for extending the service life of engine oil and protecting engine parts from corrosion during their post-harvest storage. *The obtained results of the research are one of the stages in the development of technology for extending the service life of engine oil and protecting engine parts from corrosion during their post-harvest storage.*

Keywords: *engine oil, physical and chemical characteristics, change in properties, corrosion, protection, purification, service life.*

Введение. Как известно, моторные масла по мере наработки в двигателях внутреннего сгорания изменяют свои свойства [1,2]. В маслах накапливаются продукты износа, сгорания топлива и масла, снижается содержание присадок, увеличивается количество продуктов окисления [3,4]. После наработки 250 часов в двигателях тракторов и комбайнов моторное масло сливают и подвергают утилизации.

Как показывает практика исследований ФГБНУ ВНИИТиН фактически слив отработанного масла проводится, когда оно уже исчерпало свой ресурс и дальнейшее его использование приводит к увеличению износа деталей цилиндропоршневой группы. Либо масло обладает достаточно высоким запасом эксплуатационных свойств и его преждевременный слив слив увеличивает затраты на приобретение товарных масел [5,6]. Достаточно эффективным в данном случае является экспресс – контроль качества моторного масла и его замена по фактическому состоянию [7,8]. Однако из-за отсутствия в хозяйствах простейших средств контроля данный подход не получил широкого распространения в АПК.

В ряду всего комплекса используемой в сельскохозяйственной отрасли техники особое место занимают зерноуборочные комбайны. Моторное масло при постановке комбайнов на длительное межсезонное хранение чаще всего не сливают. Замену проводят перед началом уборочных работ и выездом комбайнов в поле.

При этом практически не принимается во внимание тот факт, что за длительный период простоя масло в двигателе теряет свои свойства. Оно подвергается окислительным процессам, присадки могут выпадать в осадок и в системе смазки образовываться отложения.

Методика проведения исследований. Перед началом уборочных работ в 2020 году под наблюдение взято 3 комбайна Дон-1500. Во всех двигателях комбайнов проведена замена моторного масла на товарное М-10ДМ. В период эксплуатации через каждые 30 часов наработки из двигателя отбиралась проба масла объемом 200 мл. В лабораторных условиях определялись: вязкость кинематическая, щелочное и кислотное число, содержание механических примесей и нерастворимого осадка, температура вспышки. Отбор проб масла проводился до момента постановки комбайна на хранение. После постановки техники на хранение в течение 10 месяцев ежемесячно отбирались пробы масла объемом 200 мл для определения изменения щелочного и кислотного числа масла, содержания нерастворимого осадка. Анализ физико-химических характеристик проводился в соответствии с известными методиками ГОСТ.

В процессе работы масла в двигателе рассматривалась возможность удаления из моторного масла смол, продуктов окисления. Основанием для проведения операции очистки являлся анализ закономерностей процесса накопления загрязнений. Для этих целей через 100 часов наработки масла отбиралась проба 0,5 литра и в лабораторных условиях проводилась очистка. Масло нагревалось до температуры 80 °С и в него вносился 2 % раствор гидроксида аммония и карбамида в соотношении 50:50. Далее масло нагревалось до 100 °С и проводилось его центрифугирование на лабораторной установке при частоте вращения ротора 4000 об/мин. На основании данного эксперимента принимается решение о целесообразности и эффективности очистки масла.

Результаты и их обсуждение. По заявлению разработчиков состава моторного масла М-10ДМ, данное масло по сравнению с маслом М-10$Г_2$ обладает более высокими противоизносными,

антикоррозионными свойствами, способностью масла противостоять окислительным процессам и увеличить срок службы масла до его замены.

Особенностью работы масла в двигателях зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации является длительный простой техники в период межсезонного хранения с последующим запуском двигателя, а в некоторых случаях и последующая его работа (100…150 часов).

В дополнение ко всему в 2020-2022 году в плане решения проблемы повышения эффективности использования смазочных масел, снижения затрат на ремонт двигателей комбайнов ФГБНУ ВНИИТиН проводит мониторинг качества масла и разработку технологического процесса продления сроков службы моторных масел М-10ДМ.

На первом этапе по результатам исследований изменения свойств масла получены зависимости (рисунок 1).

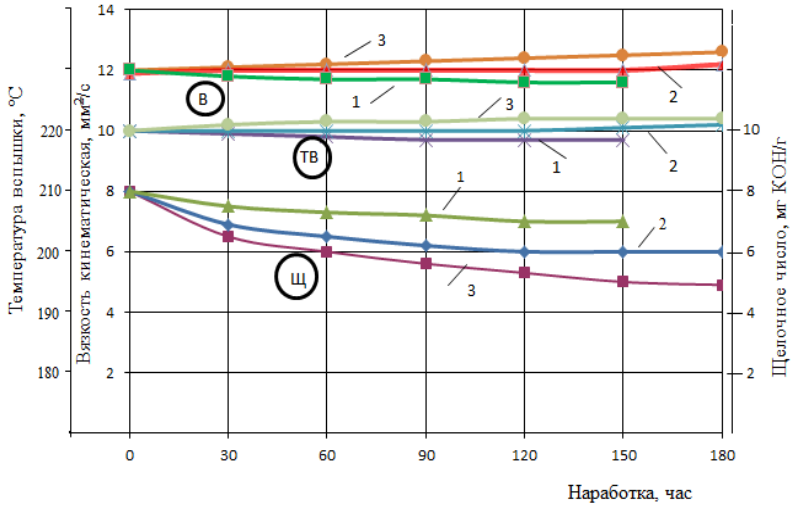

Рисунок 1. Зависимость изменения вязкости кинематической (В), температуры вспышки (ТВ), щелочного числа масла (Щ) от наработки в двигателях комбайна Дон – 1500 (1,2,3)

Вязкость кинематическая в масле, работающем в двигателе комбайнов № 2, 3 незначительно увеличилась к 180 часам наработки. В двигателе комбайна № 1 к 150 часам наработки снизилась до 11,5 мм^2/с, что коррелируется и с значением температуры вспышки. Её величина снизилась с 220 °С до 215 °С. В двигателях комбайнов № 2, 3 температура вспышки до окончания работ практически не менялась. Щелочное число масла снизилось в двигателях комбайнов № 2 и № 3 до 6 мг КОН/г (№ 2) и до 5 мг КОН/г в двигателе комбайна № 3.

Зерноуборочный комбайн № 1 после 150 часов наработки завершил работу и был отправлен на место хранения.

В процессе эксплуатации во всех двигателях проводился долив масла. Количество долива масла (угар) не контролировалось. Комбайны № 1, № 2 и № 3 эксплуатировались до конца уборочного сезона на дизельном топливе в соответствии с требованиями ГОСТ.

В период хранения комбайны находились на открытой площадке. В период временного простоя (10 месяцев) из картеров двигателей через каждые 3 месяца отбирались пробы масел для определения изменения щелочного и кислотного чисел.

На рисунке 2 представлены зависимости изменения показателей свойств масел в двигателях комбайнов № 2, 3 от времени.

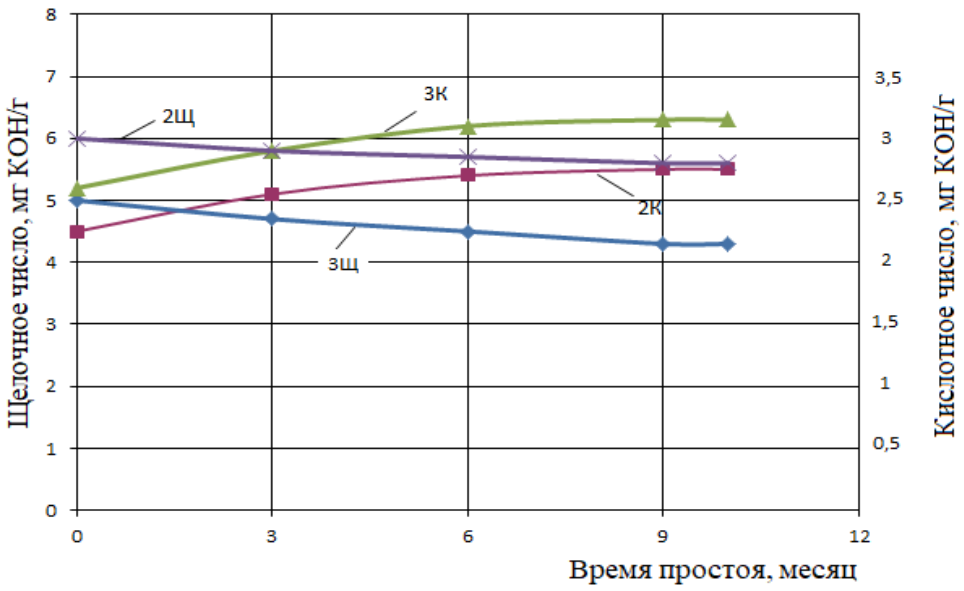

Рисунок 2 – Зависимость изменения щелочного числа (Щ) и кислотного числа (К) масла от времени простоя комбайнов № 2, № 3

Установлено, что щелочное число (Щ) масел за нерабочий период изменилось незначительно, снизившись с 6 мг КОН/г (комбайн № 2) до 5,7 мг КОН/г и с 5 мг КОН/г (комбайн № 3) до 4,6 мг КОН/г. Данный факт объясняется осаждением присадок совместно с загрязнениями за период 10 месяцев. Кислотное число масла выросло и в двигателе комбайна № 2 и комбайна № 3, как следствие процесса окисления.

Перед началом периода хранения техники на металлические пластины из стали Ст3 наносился слой масла (№2, № 3), и образцы выдерживались в вертикальном положении весь период (10 месяцев) в условиях замкнутого пространства в окружающей среде.

Определено, что к окончанию периода наблюдений и в первом, и во втором случаях имелись следы образования очагов коррозии (в виде желтых пятен) на пластинах, не превышающие 7…10 % от площади поверхности.

В ходе выполнения исследований рассматривалась возможность удаления загрязнений из работающего моторного масла. Для этих целей после 100 часов наработки масла в двигателях комбайнов проводилась их очистка в лабораторных условиях (по способам ФГБНУ ВНИИТиН).

На рисунке 3 представлены показатели изменения содержания нерастворимого осадка (Н), щелочного числа (Щ) и кислотного числа (К) до и после проведения операции очистки масла.

Вывод. В первом приближении можно утверждать, что очистка масла от смол и продуктов окисления после 100 часов наработки позволяет продлить срок службы масла, повысить его защитные свойства.

Для подтверждения полученных результатов необходимо проведение широких производственных испытаний.

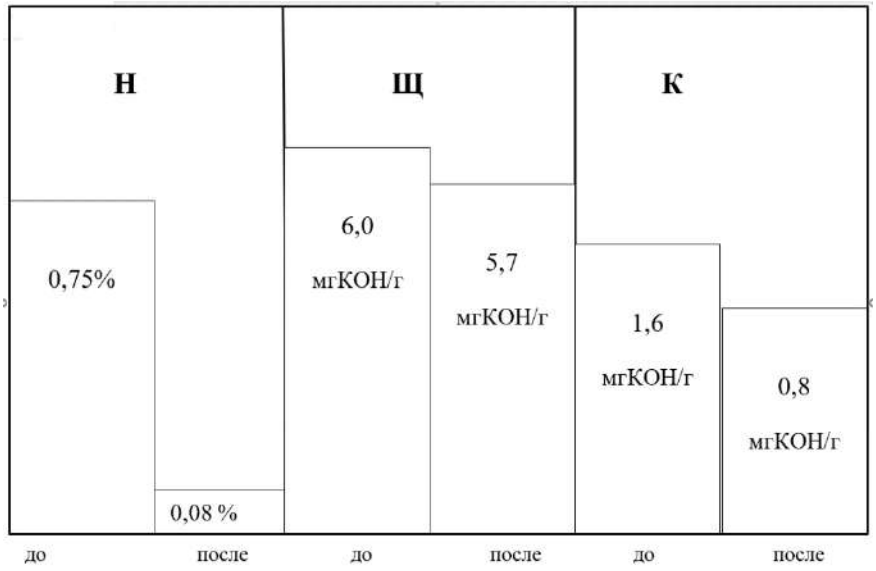

Рисунок 3 – Изменение содержания нерастворимого осадка (Н), щелочного числа (Щ), кислотного числа (К) до и после очистки моторного масла, проработавшего в двигателе комбайна более 100 часов.

Список литературы

1. Лахши В.Л., Фукс И.Г., Шор Г.И. Коллоидная химия смазочных масел в условиях применения // Химия и технология топлив и масел. 1991. № 6. С. 16.

2. Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Белогорский В.В. Информативность и взаимосвязь показателей качества работающих моторных масел. Техника в сельском хозяйстве, № 3, 2008. С. 45-47.

3. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. Москва: Химия, 1985. 312 с.

4. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Булавин С.А., Стребков С.В. Топливо, смазочные и консервационные материалы. Белгород: БГСХА, 2008. 262 с.

5. Виппер А.Б., Виленкин А.В., Гайснер Д.А. Зарубежные масла и присадки. Москва: Химия, 1981. 192 с.

6. Петров И.А. Автомобильные масла, смазки, присадки. Москва: Машиностроение, 2001. 250 с.

7. Арабян С.Г., Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. Москва: Машиностроение, 1984. 207 с.

8. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. Москва: Колос, 1980. 575 с.

References

1. Lakhshi V.L., Fuchs I.G., Shor G.I. Colloidal chemistry of lubricating oils under application conditions // Chemistry and technology of fuels and oils. 1991. No. 6. S. 16.

2. Ostrikov V.V., Tupotilov N.N., Belogorsky V.V. Informativeness and relationship of quality indicators of working motor oils. Technique in agriculture, No. 3, 2008. P. 45-47.

3. Kuliev A.M. Chemistry and technology of additives to oils and fuels. Moscow: Chemistry, 1985. 312 p.

4. Ostrikov V.V., Nagornov S.A., Kleimenov O.A., Bulavin S.A., Strebkov S.V. Fuel, lubricants and conservation materials. Belgorod: BGSHA, 2008. 262 p.

5. Vipper A.B., Vilenkin A.V., Gaisner D.A. Foreign oils and additives. Moscow: Chemistry, 1981. 192 p.

6. Petrov I.A. Automotive oils, lubricants, additives. Moscow: Mashinostroenie, 2001. 250 p.

7. Arabyan S.G., Vipper A.B., Kholomonov I.A. Oils and additives for tractor and combine engines. Moscow: Mashinostroenie, 1984. 207 p.

8. Belskikh V.I. Diagnostics and maintenance of agricultural machinery. Moscow: Kolos, 1980. 575 p.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Остриков Валерий Васильевич – 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: viitinlab8@bk.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.

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, email: 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.

Author credentials

Affiliation

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

Vyazinkin Victor Sergeevich - Researcher of 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.

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.

Zabrodskaya Alla – Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, email: viitinlab8@bk.ru.

Поступила в редакцию (Received): 25.05.2022 Принята к публикации (Accepted): 27.05.2022