Сведения об авторах**Принадлежность к организации**

Шувалов Анатолий Михайлович – 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: vniiti@mail.ru.

Машков Алексей Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniiti@mail.ru.

Чернов Денис Серафимович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniiti@mail.ru.

Author credentials**Affiliations**

Shuvalov Anatoliy – 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: vniiti@mail.ru.

Mashkov Alexey – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vniiti@mail.ru.

Chernov Denis – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vniiti@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 14.02.2020 Принята к публикации (Accepted): 20.03.2020

УДК 621.899

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-99-104

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ХАРАКТЕРИСТИК
МОТОРНОГО МАСЛА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ В ДВС И СРОК СЛУЖБЫ**

¹Остриков Валерий Васильевич

¹Нагдаев Владимир Константинович

¹Забродская Алла Владимировна

¹Кошелев Александр Викторович

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

Реферат. В процессе работы двигателей тракторов в моторных маслах в зависимости от свойств используемого дизельного топлива и качества масла происходит накопление загрязнений, способствующих снижению эксплуатационных характеристик двигателя и срока службы масла до замены. Установлено, что изменение свойств масла также связано с техническим состоянием двигателя и сроком его эксплуатации. Получены зависимости изменения содержания загрязненности и щелочного числа моторного масла в двигателе Д-245 первого года эксплуатации и после 5 лет работы при условии высокого качества используемого дизельного топлива и смазочного масла. Определено, что за период наработки 250 часов содержание загрязнений в масле нового двигателя имело значение на 20 % ниже, чем после 5 лет эксплуатации. Аналогично изменялось щелочное число масла, свидетельствующее об остаточном содержании присадок в масле. В результате исследований по оценке влияния качества дизельного топлива на изменение загрязненности масла установлено, что топливо, имеющее отклонения от требований стандартов, снижает срок службы масла до замены более чем на 20 %. При использовании в двигателях тракторов моторных масел, имеющих отклонения от нормативных значений, установлен рост загрязнений уже в первые 50 часов работы двигателей и первого года эксплуатации и после 5 лет работы. При этом уже к 150 часам наработки содержание

загрязнений в масле и его щелочное число имели значения, близкие к браковочным. В целом по результатам исследований можно утверждать, что качество используемого дизельного топлива и моторного масла значительно влияют на его срок службы до замены. Срок службы масла также значительно зависит и от срока службы машины, ее технического состояния. При этом определяющим фактором, влияющим на срок службы масла до его замены, является качество используемого моторного масла.

Ключевые слова: моторное масло, дизельное топливо, качество, загрязненность, двигатель, щелочное число, наработка, эксплуатация.

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF QUALITY OF DIESEL FUEL AND CHARACTERISTICS OF MOTOR OIL ON CHANGE OF ITS PROPERTIES IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND SERVICE LIFE

¹Ostrikov Valery

¹Nagdaev Vladimir

¹Zabrodsкая Alla

¹Koshelev Alexander

¹FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract. The accumulation of contaminants that contribute to the reduction of engine performance and oil life before replacement occurs during the operation of tractor engines in engine oils, depending on the properties of the diesel fuel used and the quality of the oil. It is established that the change in the properties of oil is also associated with the technical condition of the engine and its life. The dependences of changes in the pollution content and alkaline number of motor oil in the D-245 engine of the first year of operation and after 5 years of operation, provided that the diesel fuel and lubricating oil are of high quality, were obtained. It was determined that the content of contaminants in the oil of the new engine for a running time of 250 hours was 20% lower than after 5 years of operation. The alkaline number of oil, indicating the residual content of additives in the oil, changed similarly. As a result of studies evaluating the effect of diesel fuel quality on the change in oil pollution, it was found that fuel that deviates from the requirements of the standards reduces the life of the oil before replacement by more than 20%. When using motor oils in tractor engines with deviations from standard values, an increase in pollution was established already in the first 50 hours of engine operation and the first year of operation and after 5 years of operation. The content of contaminants in the oil and its alkaline number had values close to rejects already by 150 hours of operation in this case. It can be argued on the basis of research results that the quality of the diesel fuel and motor oil used significantly affect its service life before replacement. The service life of the oil also greatly depends on the service life of the machine, its technical condition. At the same time, the quality of the engine oil used is a determining factor affecting the life of the oil before it is replaced.

Keywords: engine oil, diesel fuel, quality, pollution, engine, alkaline number, operating time, operation.

Введение. Накопление продуктов старения в работающем моторном масле зависит от многих факторов, в том числе от наработки, технического состояния двигателя, качественного состава и свойств, используемых топлива и смазочного материала [1,2].

Практически все перечисленные факторы являются управляемыми, однако в условиях реальной эксплуатации не всегда представляется возможным управлять всеми факторами одновременно [3, 4]. Особенно следует выделить влияние качества дизельного топлива и моторного масла на интенсивность образования смол, асфальтенов, продуктов старения в маслах.

По мере их накопления ухудшаются не только эксплуатационные характеристики двигателя, но увеличивается износ основных деталей цилиндропоршневой группы [5, 6].

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных исследований установлено, что в двигателе первого года эксплуатации и в двигателе, имеющем значительную степень износа, работающих при одних и тех же условиях на качественном топливе и моторном масле М-10ДМ, накопление продуктов старения и загрязнений в масле происходит по-разному.

На рисунке 1 представлена зависимость изменения содержания нерастворенного осадка и щелочного числа в масле за период наработки 250 часов в двигателях с различной степенью износа и технического состояния

Рисунок 1 – Зависимость изменения содержания загрязненности (1, 2) и щелочного числа моторного масла (1', 2') от наработки: 1, 1' - двигатель Д-245 первого года эксплуатации; 2, 2' – двигатель после 5 лет эксплуатации

В результате исследований установлено, что за период наработки 250 часов в «новом» двигателе содержание загрязнений в масле составляло 0,65%, в двигателе после 5 лет эксплуатации превышало 0,85%. Аналогично снижалось и содержание присадок в масле, оцениваемое по щелочному числу (линии 1', 2'). В двигателе первого года эксплуатации щелочное число составляло 3,5 мг КОН/г и 2,7 мг КОН/г в двигателе, имеющем длительный срок использования.

Рисунок 2 – Зависимость изменения содержания загрязнений (1, 2) и щелочного числа моторного масла (1', 2') от наработки при использовании топлив утяжеленного фракционного состава с повышенным содержанием серы: 1, 1' - двигатель Д-245 первого года эксплуатации; 2, 2' – двигатель после 5 лет эксплуатации

На следующем этапе исследования определялось изменение тех же показателей при работе на дизельном топливе утяжеленного фракционного состава с повышенным содержанием серы и фактических смол с отклонением от требования ГОСТ 32511-2013 на 10...20%.

Определено, что при использовании дизельных топлив утяжеленного фракционного состава, содержание загрязнений в масле (рисунок 2, линии 1, 2) увеличивается по сравнению с использованием топлив, соответствующих ГОСТ. При этом в двигателе со значительным сроком эксплуатации содержание загрязнений в масле больше, что подтверждает закономерность влияния технического состояния двигателя, срок его эксплуатации на срок службы моторного масла до замены. Данные факты подтверждают и зависимость изменения щелочного числа масла (линии 1', 2'), одного из показателей, характеризующего интенсивность срабатывания присадок.

Далее рассматривалось влияние качества моторного масла на срок его службы до замены. В ходе проведения исследования анализировались закономерности изменения свойств моторного масла М-10ДМ в двигателе первого года эксплуатации и двигателя трактора после 5 - ти лет эксплуатации с повышенным расходом топлива и пониженным давлением в системе смазки (2-2,5 кгс/см²) и компрессией в цилиндрах на 15 % отличающейся от нормативного значения.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения свойств масла от его исходных характеристик. В двигателе заливалось масло М-10ДМ, соответствующее требованиям ГОСТ 8581-78 и масло с щелочным числом 5,1 мг КОН/г, т.е. имеющее отклонения от нормативных значений.

Рисунок 3 - Зависимости изменения физико-химических характеристик масла от наработки и качества используемого моторного масла: 1- изменение щелочного числа масла в двигателе первого года эксплуатации; 2- изменение щелочного числа масла в двигателе 5-ти лет эксплуатации; 3- изменение щелочного числа масла с отклонениями от требований стандартов (новый трактор); 4- изменение щелочного числа масла с отклонениями от требований стандартов (трактор после 5-ти лет эксплуатации); 1', 2', 3', 4' - изменения загрязненности моторного масла (при тех же условиях).

В результате анализа установлено, что процесс образования загрязнений и изменения щелочного числа в большой степени зависят от качества используемого моторного масла. При этом определено, что уже к 150 – 170 часам наработки щелочное число масла и у трактора с новым двигателем и у трактора, ранее эксплуатирующегося, имело браковочное значение (линии 3, 4). Аналогично изменялось и содержание загрязнений в моторном масле (линии 3', 4') .

Выводы. На основании проведенных исследований установлено, что наибольшее влияние на образование загрязнений в моторном масле оказывает качество дизельного топлива и используемого

моторного масла. Изменение щелочного числа в большей степени характеризуется составом и физико-химическими свойствами исходного заправленного в двигатель моторного масла.

Список литературы

1. Арабян С.Г., Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. М.: Машиностроение. 1984. 207 с.
2. Аллилуев В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва: Агропромиздат. 1991. 367 с.
3. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в двигателях внутреннего сгорания. М.: Машиностроение. 1970. 217 с.
4. Соколов А.И. Изменение качества масла и долговечность автомобильных двигателей. Томск: Томский университет. 1976. 120 с.
5. Чиченадзе А.В. Практическая трибология (мировой опыт). М.: Центр «Наука и техника». 1994. 249 с.
6. Остриков В.В., Клейменов О.А., Тупотилов Н.Н., Шелохвостов В.П. и др. Повышение эффективности использования смазочных материалов в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники (анализ, теория, исследования и практика). Воронеж: «Истоки». 2008. 160 с.

References

1. Arabyan S.G., Vipper A.B., Holomonov I.A. Masla i prisadki dlya traktornyh i kombajnovykh dvigatelej. M.: Mashinostroenie. 1984. 207 s.
2. Alliluev V.A. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka. Moskva: Agropromizdat. 1991. 367 s.
3. Grigor'ev M.A. Ochistka masla i topliva v dvigatelyah vnutrennego sgoraniya. M.: Mashinostroenie. 1970. 217 s.
4. Sokolov A.I. Izmenenie kachestva masla i dolgovechnost' avtomobil'nyh dvigatelej. Tomsk: Tomskij universitet. 1976. 120 s.
5. Chichenadze A.V. Prakticheskaya tribologiya (mirovoj opyt). M.: Centr «Nauka i tekhnika». 1994. 249 s.
6. Ostrikov V.V., Klejmenov O.A., Tupotilov N.N., Shelohvostov V.P. i dr. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya smazochnykh materialov v uzлах i agregataх sel'skohozyajstvennoj tekhniki (analiz, teoriya, issledovaniya i praktika). Voronezh: «Istoki». 2008. 160 s.

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.

Нагдаев Владимир Константинович – кандидат химических наук, ведущий 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.

Кошелев Александр Викторович – инженер-исследователь 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 – Full 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.

Nagdaev Vladimir – Candidate of Chemical Sciences, Leading 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.

Zabrodsкая Alla – 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.

Koshelev Alexander – Research Engineer 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.

Поступила в редакцию (Received): 06.03.2020 Принята к публикации (Accepted): 10.04.2020

УДК 621.899:539.2

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-104-111

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК МАСЕЛ МЕТОДОМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

¹Нагдаев Владимир Константинович

¹Жерновников Дмитрий Николаевич

¹Остриков Валерий Васильевич

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

Реферат. Методом синхронного термического анализа определялся угар товарного и отработанного моторного масла М-10 Г2 при нагреве до 300⁰С. Измерения проводились на термографе модели NETZCH – 449F1 Jupiter. Термическое разложение товарного и отработанного масел начинается выше 220⁰С. Очищенное отработанное масло имеет достаточно высокую устойчивость к термическому разложению в интервале температур от 40 до 140 ⁰С. После 140 ⁰С начинается термическое разложение масла, вызванное остаточным содержанием изопропилового спирта после очистки. При температуре 300⁰С наиболее термически устойчивы к угару товарное и отработанное масла (потеря массы около 10%). Очищенное отработанное масло при нагреве теряет около 20%. Изменения теплового потока у образцов товарного и отработанного масла идентичны – от 30 до 90⁰С происходит поглощение тепла около 0,1 мкВт/мг, а с 90 до 150⁰С незначительное выделение тепла. У очищенного отработанного масла эффект поглощения тепла меньше, чем у товарного и отработанного масел на 0,2 мкВт/мг. Содержание воды и углеродной составляющей (сажи) определялось при нагреве образца масла до 800⁰ С на воздухе со скоростью нагрева 10⁰ С/мин. При нагреве товарного масла установлено, что в интервале температур 40 – 160⁰С происходит удаление воды (эндотермическая реакция). От 160 до 450⁰С протекает пять экзотермических реакций разложения масла и происходит значительная потеря массы образца – 92%. В интервале от 450 до 600⁰С протекает реакция окисления углеродной составляющей моторного масла. Результаты исследований показали, что очищенное отработанное масло можно использовать как базовый компонент при разработке состава обкаточного и промывочного масел для тракторных двигателей.

Ключевые слова: масла моторные товарные, отработанные, очищенные отработанные, обкаточные, промывочные, синхронный термический анализ, угар масла, содержание воды и сажи.

RESULTS OF RESEARCHES OF PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF OILS BY THE METHOD OF SYNCHRONOUS THERMAL ANALYSIS

¹Nagdaev Vladimir

¹Zhernovnikov Dmitry

¹Ostrikov Valery

¹FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”