

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

И. Ю. Якименко, Р. Т. Хакимов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

***Аннотация.** На данный момент обеспечение надёжной работы дизельных двигателей, установленных на сельскохозяйственную технику иностранного производства при использовании неоригинальных моторных масел, становится серьёзной проблемой. Это связано с трудностями и ограничениями в закупке и доставке смазочных материалов, рекомендованных производителем, а в свою очередь процесс износа триботехнических пар в значительной степени зависит от применяемых эксплуатационных жидкостей. Однако, процессы и зависимости, происходящие в двигателе при использовании неоригинальных моторных масел, пока не до конца изучены. Есть рекомендации, как от производителей двигателей или оборудования, так и от компаний-производителей масел, но эти рекомендации часто не согласуются друг с другом в плане межсервисного обслуживания и проведения регламентных работ. Поэтому исследование в области нормирования межсервисных интервалов обслуживания импортных двигателей при переходе на неоригинальные масла сторонних производителей является актуальной задачей.*

***Ключевые слова:** ресурсный потенциал, смазочные масла, техническое обслуживание, условия эксплуатации.*

THE MAIN PROBLEMS IN TESTING SAMPLES OF USED ENGINE OILS

I. U. Yakimenko, R. T. Khakimov

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russian Federation

***Abstract.** Now, ensuring reliable operation of diesel engines installed on foreign-made agricultural machinery using non-original engine oils is becoming a serious problem. This is due to difficulties and limitations in the purchase and delivery of lubricants recommended by the manufacturer, and in turn, the wear process of tribotechnical pairs largely depends on the operating fluids used. However, the processes and dependencies that occur in the engine when using non-original engine oils have not yet been fully studied. There are recommendations from both engine or equipment manufacturers and oil manufacturing companies, but these recommendations often do not agree with each other in terms of inter-service maintenance and routine maintenance. Therefore, research in the field of rationing the maintenance intervals of imported engines during the transition to non-original third-party oils is an urgent task.*

Keywords: *resource potential, lubricating oils, maintenance, operating conditions, tribology, tribological engineering.*

Цель исследования – создание методики тестирования моторных масел для дизельных автотракторных двигателей, которая поможет выявить общие тенденции, связанные с ухудшением их свойств.

Материалы и методы

Вопрос об использовании неоригинальных моторных масел российского производства, которые подходят по спецификации и классификации и имеют соответствующие допуски, остаётся открытым, а исследование нормирования межсервисных интервалов обслуживания двигателей при использовании неоригинальных масел сторонних производителей является актуальной задачей. Существуют две точки зрения относительно периодичности замены моторного масла. Одни исследователи считают, что периодичность замены зависит от накопления продуктов износа, срабатывания присадок, образования шламов и сажи в результате неполного сгорания топлива, а также от карбонизации масел. Другие учёные связывают процесс деградации масла с изменением углеводородной структуры в результате окисления.

Проблема заключается в отсутствии чёткой методики проведения испытаний образцов отработанных моторных масел для автотракторных двигателей. Каждая лаборатория, занимающаяся отбором проб и проведением анализов, проводит работы согласно имеющемуся оборудованию и методологии, которую это оборудование может предоставить. В результате невозможно правильно сопоставить результаты, полученные из двух лабораторий для одного образца отобранного масла. Кроме того, лаборатории не регламентируют процесс отбора проб, что может привести к диаметрально противоположным результатам при работе с одним и тем же образцом. Проведённый анализ ГОСТ указывает на то, что они устарели или являются неинформативными и не закрывают потребностей к заявленным требованиям, таким как [1-4]:

- наличие индикаторов износа, работа присадок и элементов загрязнения в количественном и качественном выражении;
- общее состояние масла, наличие примесей воды, топлива и гликоля;
- вязкость при различных температурах;
- щелочное/кислотное число.

Результаты и обсуждение

Наличие индикаторов износа в пробах отработанных масел играет важную роль в оценке состояния двигателя внутреннего сгорания и предотвращении внезапных простоев техники из-за аварийных отказов.

Контроль содержания таких элементов, как медь, железо, хром, алюминий, свинец и других продуктов работы триботехнических пар в системе «двигатель-моторное масло» позволяет эффективно отслеживать их деградацию [5-7]. Для определения содержания нерастворимых элементов в отработанных маслах используется ГОСТ 33159-2021. Этот стандарт предусматривает метод, основанный на добавлении коагулянта и последующем центрифугировании, промывке и сушке пробы отработанного масла. Однако у этого метода есть недостаток: он не позволяет определить поэлементный состав нерастворимых веществ в пробе отработанного масла. Это не даёт возможности определить, являются ли эти вещества элементами износа или элементами загрязнения, попавшими извне. Также невозможно определить их количественный состав и преобладающее количество одного из элементов. Поэтому этот ГОСТ не может быть использован для ранней диагностики моторного масла и системы «двигатель-моторное масло», так как он не даёт достаточной информации. Также существует ГОСТ 34242-2027 «Определение никеля, ванадия и железа методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой», который позволяет контролировать содержание трёх элементов износа двигателя внутреннего сгорания. Основным элементом, который необходимо контролировать, является железо. Его высокая концентрация может указывать на высокий уровень износа триботехнических пар или на необратимые процессы в двигателе, вызванные неправильным подбором смазочного материала или некорректной эксплуатацией агрегата. Таким образом, ни один из отечественных ГОСТов не предоставляет полного отчёта о количественном поэлементном содержании нерастворимых веществ в пробе отработанного масла. ГОСТ 33159-2021 позволяет определить содержание нерастворимых веществ в маслах, содержащих моющие присадки, но не даёт возможности провести поэлементный количественный анализ. ГОСТ 34242-2017 предоставляет возможность провести поэлементный количественный анализ только трёх элементов износа, при этом определение элемента никеля для анализа не требуется. Кроме того, для контроля деградации моторного масла в процессе эксплуатации необходимо определить качество работы присадок [8-11].

В нормативной документации отсутствует ГОСТ, который позволил бы определить наличие детергентных, диспергирующих и триботехнических присадок в пробах отработанного моторного масла.

Выводы:

- выявлены основные проблемы в современной системе определения процесса дегградации моторного масла;
- сформулированы новые требования к ГОСТам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33159-2021. Масла смазочные отработанные. Определение содержания нерастворимых веществ.
2. ГОСТ 34242-2017. Нефть и нефтепродукты. Определение никеля, ванадия и железа методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.
3. ASTM D5185. «Метод для многоэлементного определения использованных и неиспользованных смазочных масел и базовых масел с помощью индуктивно связанной плазменной атомной эмиссионной спектроскопии».
4. Wear in Cummins M-11 /S. Li, A. A. Csontos, B. M. Gable, C. A. Passut, T. Jao // EGR test engines. – SAE paper. – 2002-01-1672
5. Афанасьев, А. С. Влияние режимов использования дизеля на дымность отработавших газов / А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов, С. М. Загорский // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2014. – Т. №2, (28). – С. 56-58.
6. Порохня, А. А. Совершенствование системы нормирования ресурса моторного масла сельскохозяйственных тракторов Challenger MT865C на основе проведения испытаний отработанного масла / А. А. Порохня, И. Ю. Якименко. – Ставрополь : Актуальные проблемы инженерных наук, 2018 – 480 с.
7. Perić, S. Monitoring oil for lubrication of tribomechanical engine assemblies / S. Perić, B. Nedić // Journal of the Balkan tribological association. – 2010. – Vol. 16. – Pp. 242-257.
8. Application of dielectric spectroscopy for engine lubricating oil degradation monitoring, Sensors and Actuators / A L. Guan, X. L. Feng, G. Xiong, J. A. Xie // Physical. – 2011. – Vol. 168. – No.1. – Pp. 22-29.
9. Нигматуллин, Р. Г. Диагностика ДВС по анализу моторного масла / Р. Г. Нигматуллин, В. Р. Нигматуллин, И. Р. Нигматуллин. – Уфа : ГУП РБ «Уфимский полиграфкомбинат», 2011. – 297 с.
10. Дидманидзе, О. Н. Математическая модель фазового перехода сниженного метана в криогенном баке транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2020. – Т. 243. – С. 337-347.
11. Научные основы математического моделирования процессов теплообмена в теплообменнике тягово-транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, В. В. Рудомазин. – М. : УМЦ «Триада», 2020. – 106 с.

12. Дидманидзе, О. Н. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем / О. Н. Дидманидзе, Н. А. Большаков, Р. Т. Хакимов // Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2018. – С. 29-45.

Об авторах:

Якименко Илья Юрьевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Хакимов Рамиль Тагирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», haki7@mail.ru.

About the authors:

Ilya U. Yakimenko, postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

Ramil T. Khakimov, D.Sc. (Engineering), associate professor, Head of the Department «Automobiles, Tractors and Technical Service», Saint-Petersburg State Agrarian University, haki7@mail.ru.