Тип статьи: научная
УДК 53.08: 544.08
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-1-85-99

СПОСОБ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Юрий Викторович Родионов [1], Сергей Иванович Данилин [2], Роман Викторович Могутнов [3], Александр Егорович Ломовских [4], Иван Сергеевич Армянинов[5]
[1]Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия
[1,2]Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Россия
[1]rodionow.u.w@rambler.ru
[3,4,5]ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия
[4]lomovskih1979@yandex.ru

Автор ответственный за переписку: Александр Егорович Ломовских, lomovskih1979@yandex.ru Corresponding author Alexander Lomovskih, lomovskih1979@yandex.ru

Реферат. *Совершенствование технической эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автотракторной техники (АТТ) неразрывно связан с повышением эффективности их технического обслуживания по фактическому состоянию. Исследования проводили на ДВС с износом ресурса более 80%. Способ и устройства для увеличения ресурса ДВС АТТ были предложены в данной работе, отличающиеся от известных тем, что этот процесс осуществляется комплексно путем контроля состояния масла с помощью нескольких датчиков. Легкая и переносная установка, состоящая из двух модулей разработана для экспресс-анализа моторных масел, эксплуатируемых в ДВС. Отбор проб из поддона-картера эксплуатируемой АТТ (без вывода его из эксплуатации) в количестве 100 мл. осуществляется обычным шприцом со шлангом, через отверстие измерительного щупа контроля уровня масла. Датчики температуры; контактный емкостной и бесконтактный емкостной; мутности; индукционный магниточувствительный, pH использованы в первом модуле устройства для определения мутности, кислотности, наличия жидких и мелкодисперсных металлических частичек и т. д. Информация, передаваемая от датчика, отображается на информационном экране установки, а также на мониторе компьютера в виде графиков. Данная установка может работать автономно, что позволит использовать ее в полевых условиях. Способ долива в систему смазки ДВС свежего масла с учетом слива именно той части масла, где находятся основные загрязняющие вещества (осадок), разработан. Своевременная диагностика состояния и качества моторных масел позволит на ранней стадии оценить степень загрязненности, а частичный слив осадка на дне поддона-картера позволит предотвратить возможные поломки, и благодаря этому значительно продлить ресурс ДВС и АТТ в целом.*

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, автотракторная техника, моторное масло, состояние и качество моторных масел, устройство экспресс-анализа масел, ресурс двигателя.*

METHOD AND DEVICE FOR INCREASING THE SERVICE LIFE OF AUTOMOTIVE MACHINERY ENGINES

Yuri Rodionov[1], Sergey Danilin[2], Roman Mogutnov[3], Alexander Lomovskih[4], Ivan Armyaninov[5]
[1]Tambov state technical university, Tambov, Russia
[1,2]Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia
[1]rodionow.u.w@rambler.ru
[3,4,5]Air force Academy named after Professor N. E Zhukovsky and Y. A. Gagarin, Voronezh, Russia
[4]lomovskih1979@yandex.ru

Abstract. *Improving the technical operation of internal combustion engines (ICE) of automotive equipment (ATT) is inextricably linked with an increase in the efficiency of their maintenance according to the actual state. The studies were carried out on internal combustion engines with resource wear of more than 80%. The method and devices for increasing the resource of the internal combustion engine ATT were proposed in this work, differing from those known in that this process is carried out in a complex way by monitoring the condition of the oil using several sensors. Lightweight and portable unit, consisting of two modules, designed for express analysis of motor oils used in internal combustion engines. Sampling from the sump-crankcase of the operated ATT (without taking it out of service) in the amount of 100 ml. is carried out with a conventional syringe with a hose, through the hole of the dipstick for controlling the oil level. Temperature sensors; contact capacitive and non-contact capacitive; turbidity; induction magnetically sensitive, pH used in the first module of the device to determine turbidity, acidity, the presence of liquid and fine metal particles, etc. Information transmitted from the sensor is displayed on the information screen of the installation, as well as on the computer monitor in the form of graphs. This installation can work autonomously, which will allow it to be used in the field. A method for adding fresh oil to the ICE lubrication system, taking into account the draining of exactly that part of the oil where the main pollutants (deposit) are located, has been developed. Timely diagnostics of the condition and quality of motor oils will allow at an early stage to assess the degree of contamination, and partial draining of the sediment at the bottom of the oil pan will prevent possible breakdowns, and thereby significantly extend the life of the internal combustion engine and ATT as a whole*.

Keywords: *internal combustion engine, automotive equipment, engine oil, condition and quality of engine oils, rapid oil analysis device, engine life.*

Для цитирования: Родионов Ю.В., Данилин С.И.,Могутнов Р.В., Ломовских А.Е., Армянинов И.С. Способ и устройства для увеличения ресурса двигателей автотракторной техники // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2023. Т. 61, № 1. С. 85-99. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-1-85-99.

For citation: Rodionov Y., Danilin S., Mogutnov R., Lomovskikh A., Armyaninov I. Method and device for increasing the service life of automotive machinery engines. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 61(1): 85-99. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-1-85-99.

Введение. На современном этапе развития агропромышленного комплекса России одной из основных задач науки и практики является совершенствование технической эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и автотракторной техники (АТТ). Этот процесс неразрывно связан с повышением эффективности их технического обслуживания. Решение этой задачи заключается во внедрение в практику эксплуатации АТТ системы технического обслуживания по фактическому состоянию. В настоящее время замена всех видов масел в АТТ происходит в зависимости от пробега или наработки техники, а при тяжелых условиях эксплуатации срок службы масел может существенно снижаться. Таким образом, на сегодняшний момент нет полноценных методик, способов, а также устройств, по комплексной оценке, фактического (реального) состояния и качества моторного масла.

Общеизвестным фактом является, склонность моторного масла к старению и загрязнению в процессе эксплуатации.

Основными направлениями загрязнения моторного масла, являются:

- загрязнение продуктами сгорания топлива (сажа, нагар);
- загрязнение продуктами изнашивания пар трения ДВС (мелкодисперсные металлические частицы износа);
- загрязнение продуктами конденсации, образованных на стенках блока картера ДВС (вода, образующая шлам);
- загрязнение продуктами срабатывания присадок;
- сложные процессы химических превращений самих углеводородов масла (продукты окисления и др.);
- загрязнение другими продуктами (охлаждающая жидкость, топливо, пыль и др.).

В нормативных документах [1], связанных с контролем состояния ДВС и моторного масла, в частности, кроме проведения контрольного осмотра, ТО-1 и ТО-2 через определенный пробег отсутствуют контрольно-диагностические мероприятия, учитывающие текущее состояние моторного масла. При этом данное упущение может привести в последствии к серьезным неисправностям и поломкам, связанным с преждевременным изнашиванием трущихся деталей ДВС. К таким деталям следует отнести цилиндро-поршневую и кривошипно-шатунную группы и все детали газораспределительного механизма, таким образом изнашиваются практически все трущиеся детали ДВС. При износе этих деталей необходим капитальный ремонт ДВС, который требует очень значительных финансовых и трудовых затрат и при этом техника на длительный период выходит из эксплуатации. А если учесть, что в разгар посевных или уборочных работ, когда «день год кормит», то это еще грозит серьезными экономическими потерями, если не полностью потерей урожая. В такие напряженные моменты необходимо быстро диагностировать технику, чтобы не было серьезных ее поломок. Одним из основных дорогостоящих механизмов является ДВС, от которого в значительной степени зависит функционал АТТ в целом. Работоспособность данного агрегата в основном зависит от состояния и качества моторного масла. Поэтому через определенный промежуток времени (особенно перед выходом на полевые работы) производить проверку на наличие основных загрязнителей моторного масла – мелкодисперсные металлические частицы, а также жидкие примеси (охлаждающая жидкость, конденсат, топливо) и др. [2].Таким образом, определение состояния масел, эксплуатируемых в ДВС АТТ и установления срока до их замены является важной задачей, требующей дальнейшего решения. Общеизвестным фактом является то, что основные загрязняющие моторное масло продукты после остановки двигателя оседают на дне поддона картера двигателя. Затем при последующем запуске двигателя масляный насос системы смазки, в первоначальный момент, подает в масляную магистраль очень сильно загрязненное масло и этот процесс происходит пока весь объем масла не перемешается. Таким образом, самые нагруженные детали двигателя коренные и шатунные шейки коленчатого вала с вкладышами интенсивно изнашиваются. Поэтому проблема контроля состояния моторного масла ДВС и своевременной ее замены всегда являлась актуальным [3].

Так как основные примеси в масле и мелкодисперсные металлические частицы износа в основном выпадают в осадок, экономичным и логичным решением будет частичная замена именно той части масла (то осадка, образующегося после остановки ДВС), в которой находится максимальное количество примесей и различных загрязняющих и вымывающих полезные присадки отложений.

Результаты и обсуждение.

Для того, чтобы обосновать решение слива осадка, необходимо исследовать процесс загрязнения моторного масла. Для этих целей исследовался ДВС у которого износ его ресурса составлял более 80%. При разборе двигателя и дефектовки его распределительного вала, были выявлены сильные царапины на его опорный шейках и кулачках, что представлено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Внешний вид изношенного распределительного вала

Данный дефект свидетельствует о том, что в моторным масле, как раз находились мелкодисперсные металлические частицы износа, которые в основном содержатся в избыточном количестве в масляном осадке, находящемся на дне поддона-картера ДВС и делающие такие

царапины на трущихся деталях. Поэтому при запуске холодного ДВС, особенно в зимний период эксплуатации, в связи с тем, что маслоприемник масляного насоса установлен в нижней части поддона-картера двигателя, в первые несколько минут его работы происходит подача в масляную систему двигателя большого количества мелкодисперсной металлической стружки, содержащейся как раз в нижней части поддона-картера.

На рисунке 2 представлена схема изнашивания деталей ДВС АТТ.

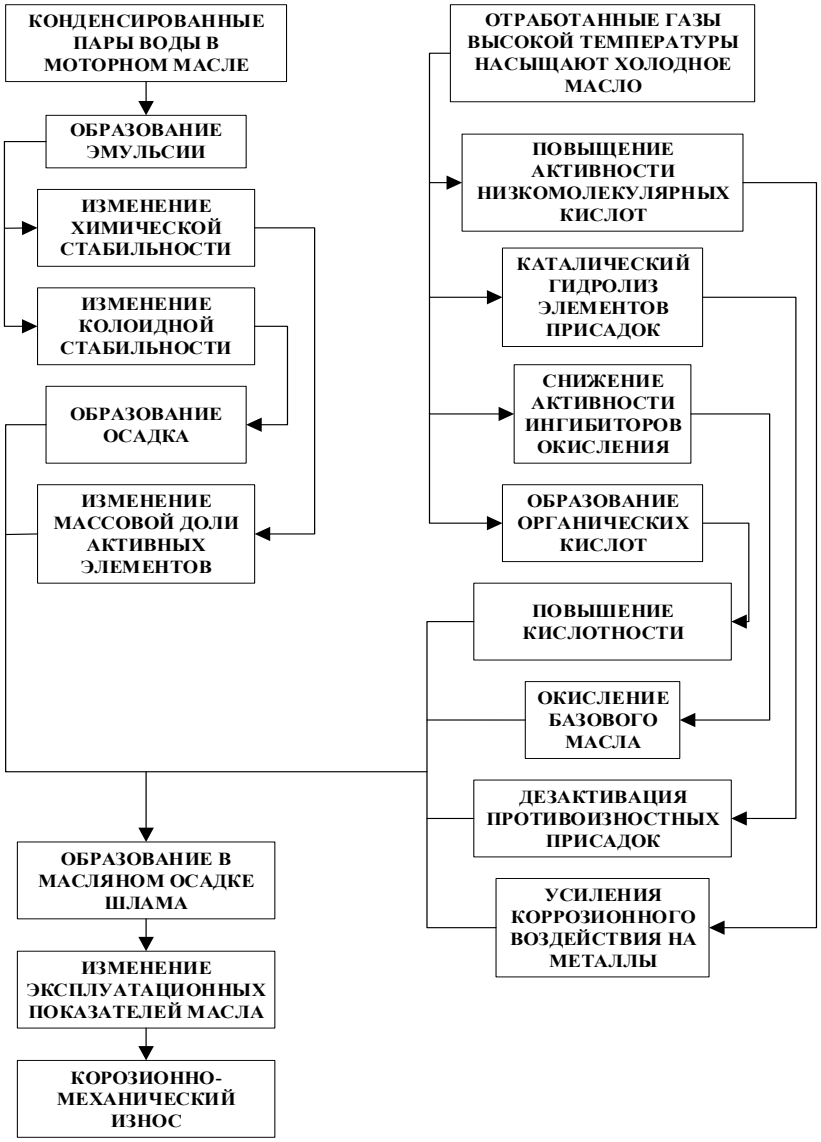


Рисунок 2 – Схема процесса изнашивания трущихся деталей ДВС АТТ

Для решения этой проблемы необходимо:

- разработать способ долива в систему смазки ДВС с учетом слива именно той части масла, где находятся основные загрязняющие вещества (в основном осадок);
- разработать метод контроля состояния масла на наличие мелкодисперсных металлических частиц и жидких примесей как непосредственно на технике, так и в стационарном режиме.

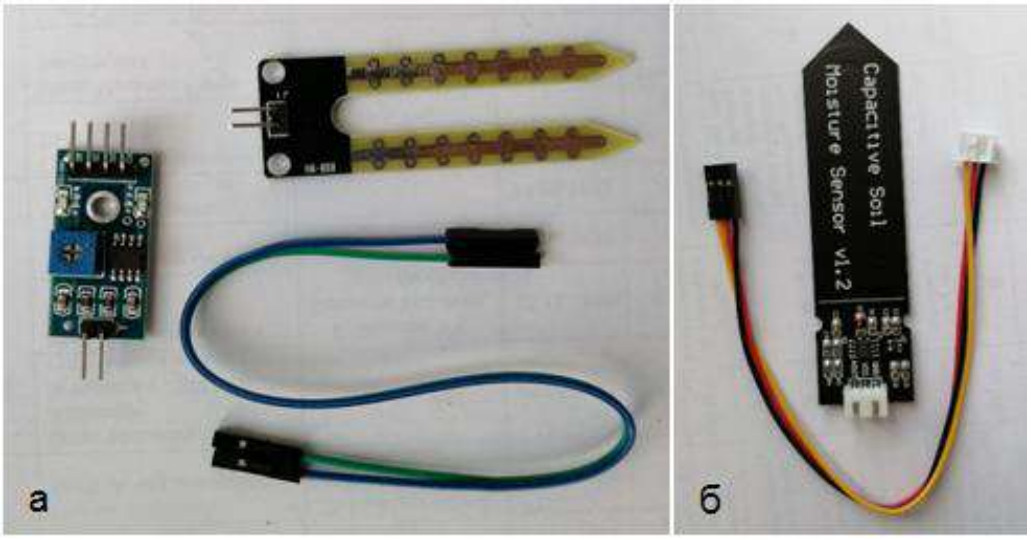
Способ слива загрязненного масла из поддона-картера возможен путем замены маслосливную пробки на сливной кран шарового типа, через который можно будет сливать необходимое количество осадка в масле.

Первоначальны контроль за состоянием наличия мелкодисперсных металлических частиц можно вести путем установки магниточувствительного датчика, причем возможно установить, как датчик наличия данных примесей, так и уровня, при котором необходимо будет производить, долив [4].

Образец индукционного магниточувствительного датчика показан на рисунке 3.

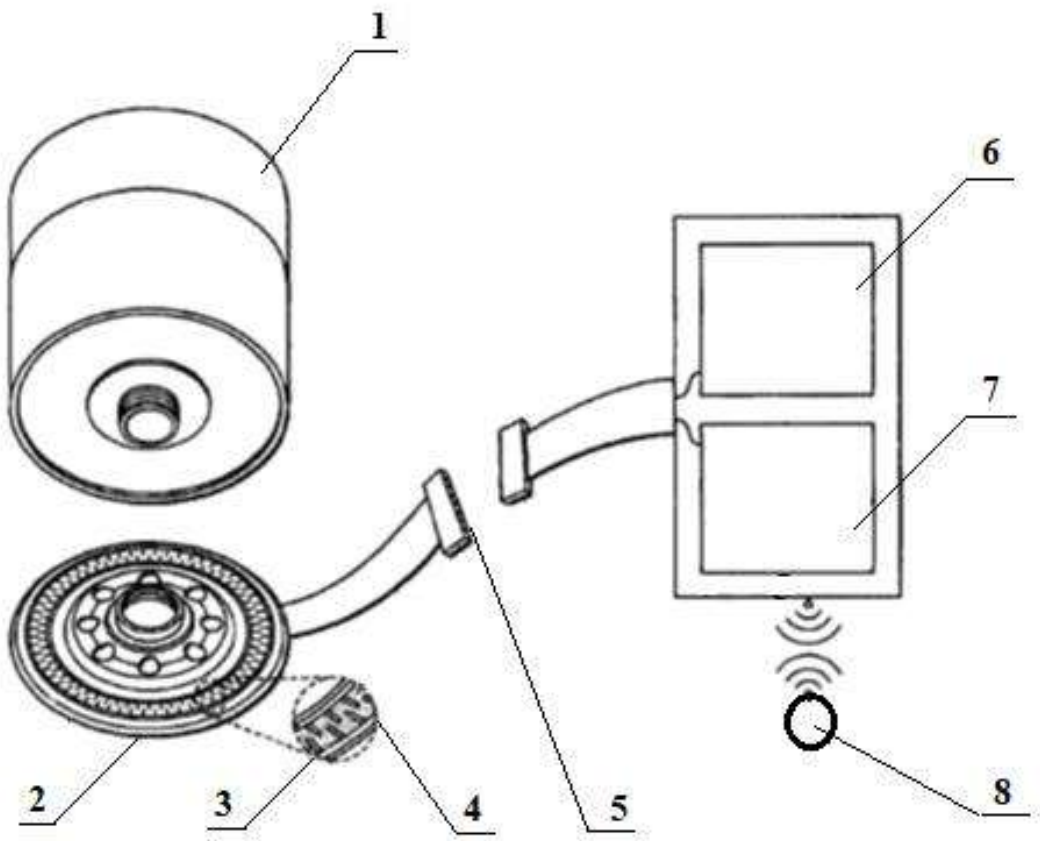
Рисунок 3 – Внешний вид индукционного магниточувствительного датчика

Контроль за содержанием жидких примесей в моторном масле можно производить с помощью емкостного датчика, который соответственно по состоянию общей емкости масла дает понять на сколько используемое моторное масло загрязнено жидкими примесями. Данный датчик возможно устанавливать в масляный поддон-картер. Образцы емкостного датчика показаны на рисунке 4.



а) контактный емкостной датчик с двумя электродами
б) бесконтактный емкостной датчик
Рисунок 4– Внешний вид емкостного датчика

На рисунке 5 показана возможная схема установки и работы датчика жидких примесей в масляном фильтре, как один из вариантов установки на АТТ.



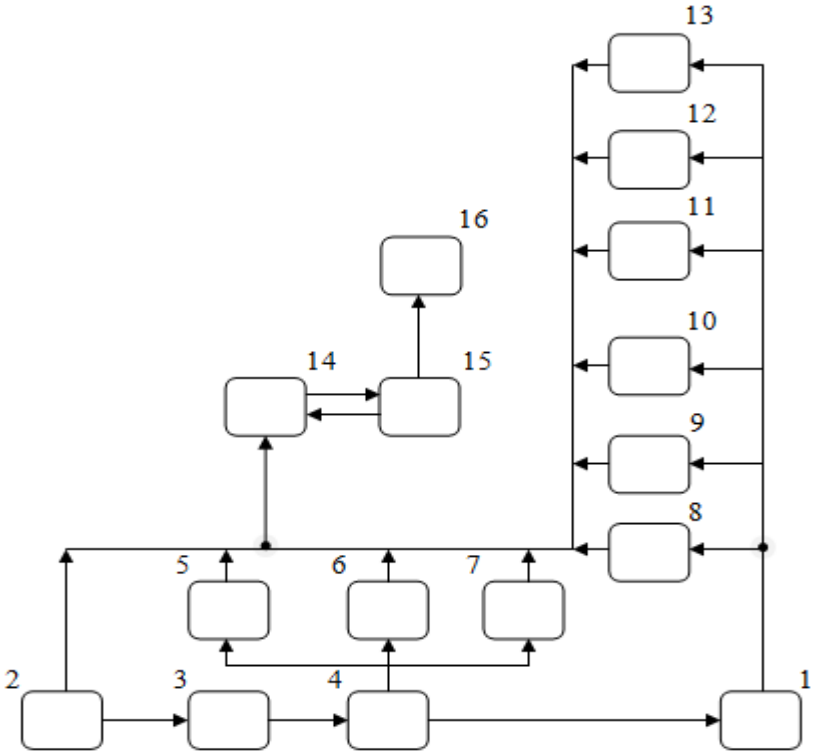
1 – масляный фильтр АТТ; 2 – сенсорный элемент датчика; 3 – электроды датчика; 4 – диэлектрическая подложка; 5 – разъем датчика; 6 – генератор угловых импульсов; 7 – усилитель импульсов с контролирующим устройством; 8 – сигнальная лампа на панели приборов АТТ

Рисунок 5 – Схема установки и работы датчика жидких примесей в масляном фильтре АТТ

Путем установки представленных выше вариантов датчиков возможно по двум основным показателям судить о качестве моторного масла. Этого будет вполне достаточно, чтобы в полевых условиях, при эксплуатации техники судить первоначально о качестве и состоянии моторного масла, залитого в двигатель. Но здесь следует отметить, что более точный прогноз состояния и качества моторного масла необходимо осуществлять с помощью более точных устройств, которые очень дорогие и громоздкие. В связи с этим для экспресс-анализа моторных масел, эксплуатируемых в ДВС АТТ, авторами создана легкая и переносная установка, состоящая из двух модулей [5].

Она, позволит в кратчайшие сроки и не требуя сложных операций определить фактическое состояние моторного масла и его основные параметры, необходимые для того, чтобы установить ресурс работы ДВС АТТ на данном масле. Внедрение разработанного технического решения для экспресс-анализа моторных масел позволит сократить время на проведение исследований образца и существенно снизить материальные затраты на проведение этих исследований.

Принципиальная схема, созданной авторами установки, представлена на рисунке 6.



1 – сосуд под образец масла; 2 – двигатель; 3 – трущийся ролик, 4 – приводной двигатель; 5, 6, 7, 8, 9,10 – различные датчики; 14 – блок программирования;15 – управляющий блок;16 – жидкокристаллический экран

Рисунок 6 – Принципиальная схема разработанного технического решения

Отбор тестируемого масла из поддона-картера эксплуатируемой АТТ (без вывода его из эксплуатации) в количестве 100 мл. осуществляется обычным шприцом со шлангом, через отверстие измерительного щупа контроля уровня масла. После чего, тестируемое масло, заливается в специальную емкость (на рисунке 7 не показана) и устанавливается на специальную площадку, находящуюся в задней части первого блока [6, 7].

Внешний вид первого модуля для определения мутности, кислотности, наличия жидких и мелкодисперсных металлических частичек и т. д., представлен в виде 3-D модели на рисунке 7.

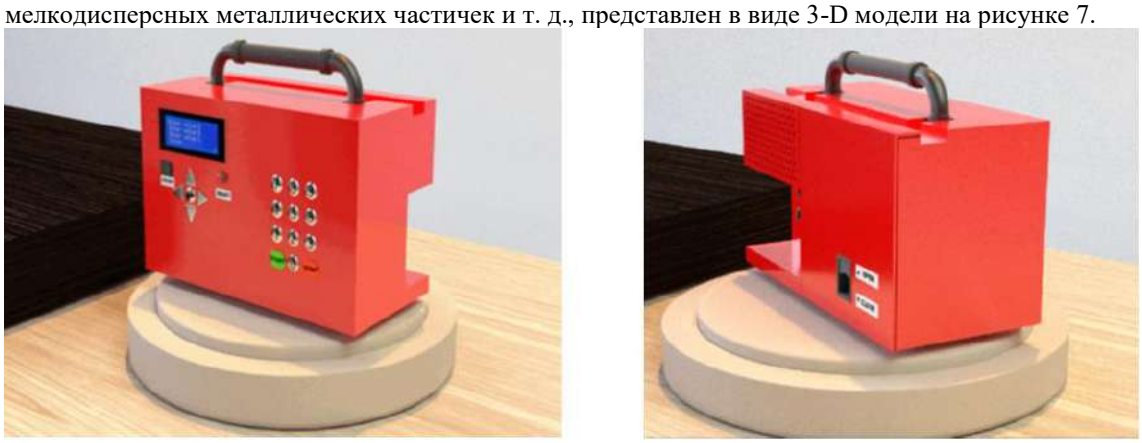
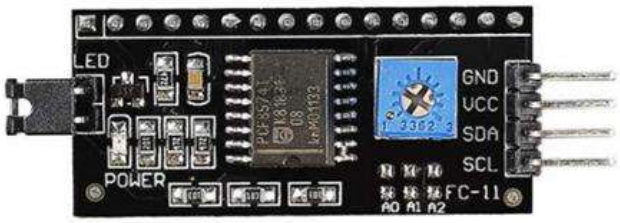


Рисунок 7 – Внешний вид устройства для экспресс-анализа моторного масла

Ниже на рисунках 8…11 представлены основные элементы данного первого блока.

На рисунке 8 представлен внешний вид экрана для визуализации основных показателей первого блока.



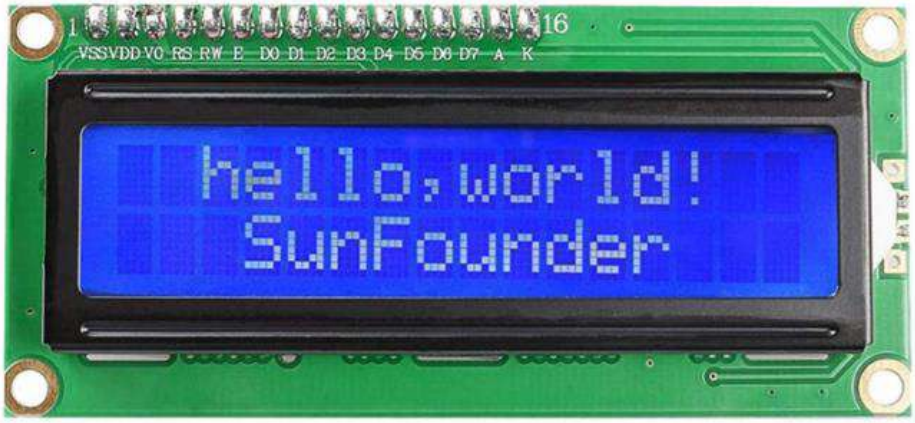


Рисунок 8 – Внешний вид экрана для визуализации основных показателей устройства

Рисунок 9 – Внешний вид PH-датчика первого блока устройства

Рисунок 10 – Внешний вид датчика мутности первого блока устройства

Рисунок 11 – Внешний вид датчика температуры первого блока устройства

Следует подробно остановиться на датчиках, установленных в первом блоке устройства.

1-й датчик температуры, который показывает температуру масла.

2-й контактный емкостной датчик.

3-й бесконтактный емкостной датчик с помощью которых можно определить наличие жидких примесей в масле.

4-й датчик мутности, он показывает мутность масла, с помощью чего можно определить степень загрязненности масла.

5-й индукционный магнитночуствительный датчик, с помощью этого датчика можно определить наличие мелкодисперсных металлических части в масле.

6-й ПШ-датчик, с помощью которого мы можем узнать кислотность образца.

Данный первый блок установки для экспресс-анализа качества моторных масел работает следующим образом. В емкость для испытуемого образца (масла), которая располагается возле установки (с задней стороны) заливается около 100 мл. Затем в емкость помещается один из

перечисленных выше датчиков, информация, передаваемая от датчика, отображается на информационном экране установки, а также на мониторе компьютера в виде графиков, представленных на рисунке 12.

Данная установка может работать автономно (например, от бортовой сети или АКБ 12 В АТТ), что позволит использовать ее в полевых условиях [8].

Авторами была создана возможность подключения данного блока к персональной вычислительной машине. При соединении первого блока к вычислительной машине, кроме того, что можно выводить цифровые значения основных показателей тестируемого масла в виде таблицы на монитор, также, с помощью разработанной программы, возможно получать различные графические зависимости. Это условие позволяет осуществлять наглядное сравнение всех основных параметров различных тестируемых масел и оперативно сравнивать их с эталонным образцом.

На рисунке 12 показана часть графических зависимостей, построенных по полученным значениям, снимаемых с датчиков и выводимых с помощью разработанного программного обеспечения.

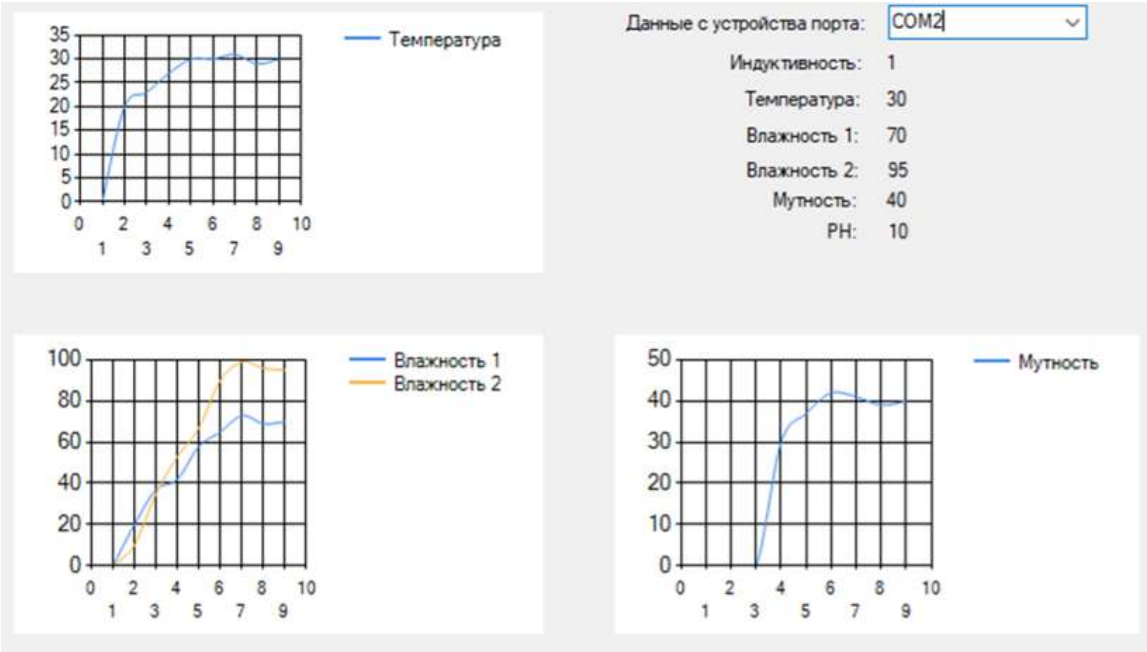


Рисунок 12 – График показателей соответствующих датчиков

Таким образом, в первом блоке установлены датчики определения температуры, влажности, емкости, индуктивности, мутности, окисленности тестируемого масла. На сегодняшний момент проводится опробование датчиков различной точности, для выбора оптимальных, также проводится промежуточное опробование датчиков при исследование различных свойств, а также качества моторных масел.

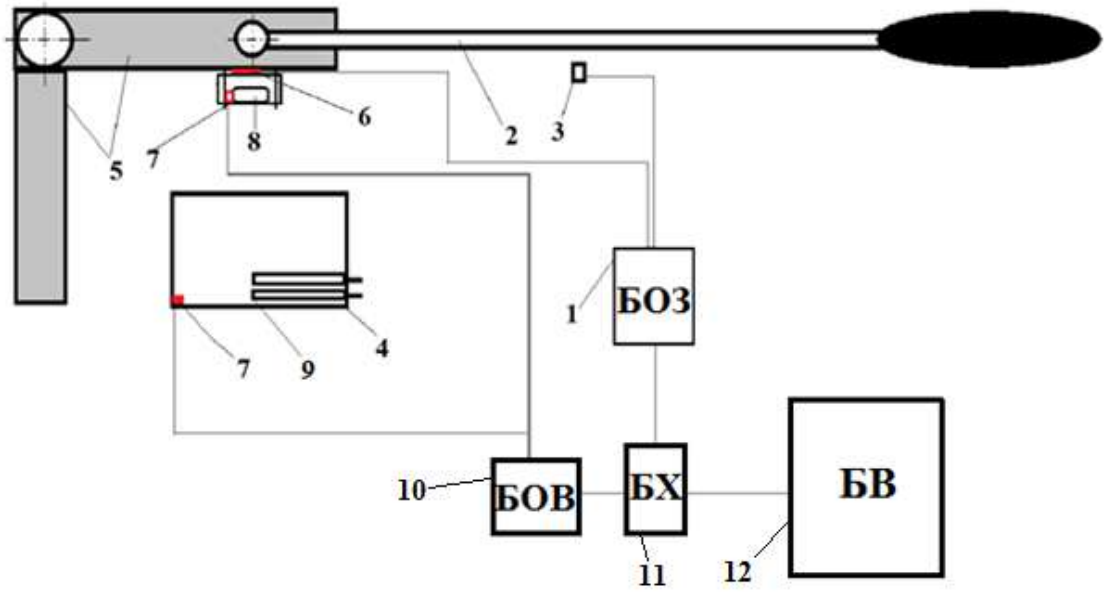
Проверка качества моторного масла осуществляется путем регистрации датчиками различных свойств в виде электрических сигналов, с дальнейшим переводом их в необходимые нам единицы (мутности, емкости, индуктивности, скорости пропускания звука).

На втором этапе экспресс-анализа моторного масла осуществляется сбор дополнительных показателей определяющих триботехнические свойства масел с помощью второго блока устройства, позволяющего отдельно от первого блока провести исследования качества моторных масел, применяемых для АТТ.

Решение этой задачи в целом является актуальной, поэтому его осуществления был создан второй блок установки, позволяющий в кратчайшие сроки и не требуя сложных операций оценить

реальное качество залитого в агрегат или механизм масла (с помощью оценки триботехнических свойства тестируемых масел), тем самым определить остаточный ресурс до его замены.

Принципиальная схема второго блока устройства, по определению триботехнических свойств моторных масел эксплуатируемой АТТ, представлена на рисунке 13.



1 – узел для определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия; 2 – динамометрическая рукоятка; 3 – амперметр, 4 – бак для масла; 5 –рукоять; 6 – датчик усилия прижатия; 7 – датчик температуры; 8 – упор; 9 – нагревательный элемент, 10 – блок определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, 11 – блок сбора, обработки, хранения и передачи информации, 12 – жидкокристаллический монитор

Рисунок 13 – Принципиальная схема второго блока устройства

Из общедоступных источников известен способ контроля качества масла с помощью больших промышленных установок. Основной недостаток заключается в том, что описанный способ требует большого количества времени для определения смазывающих свойств масла, и состоит из большого количества операций, расчетов, вычислений и продолжительных испытаний. Также к недостатку можно отнести то, что данное устройство не информативно, так как оценка происходит только по ширине изношенных канавок и в основном рассчитано на исследования в основном твердых материалов.

Техническим результатом разработанного устройства является значительное сокращение времени проводимого исследования и ориентация на исследование жидких образцов, за счет, того что плечи держателя соединены шарнирно, с возможностью фиксации относительно друг друга, одно из плеч вертикально закреплено на основании, в противоположном шарниру конце второго плеча установлен динамометрический ключ, с упором, закрепленном на втором плече держателя при этом упор, расположен в плоскости параллельной второму плечу держателя, между упором и вторым плечом установлен датчик реагирующий на усилие прижатия упора, в упоре и в емкости первый и второй датчик температуры соответственно, емкость снабжена нагревателем, механизм вращения ролика снабжен датчиком нагрузки, дополнительно введены блок определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия, блок определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, блок сбора, обработки, хранения и передачи информации, блок визуализации, при этом выход датчика нагрузки и усилия прижатия соединены с первым и вторым входом блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия

соответственно, выходы датчиков температуры соединены со входом блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, выход блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия и блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства соединены с первым и вторым входом блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соответственно, а выход блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соединен со входом блока визуализации [9].

Техническое решение состоящее из электродвигателя с вращающимся роликом, держателя с образцами, емкости для жидкости, отличается от известных тем, что плечи держателя соединены шарнирно, с возможностью фиксации относительно друг друга, одно из плеч вертикально закреплено на основании, в противоположном шарниру конце второго плеча установлен динамометрический ключ, с упором, закрепленном на втором плече держателя при этом упор расположен в плоскости параллельной второму плечу держателя, между упором и вторым плечом установлен датчик реагирующий на усилие прижатия упора, в упоре и в емкости первый и второй датчик температуры соответственно, емкость снабжена нагревателем, механизм вращения ролика снабжен датчиком нагрузки, дополнительно введены блок определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия, блок определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, блок сбора, обработки, хранения и передачи информации, блок визуализации, при этом выход датчика нагрузки и усилия прижатия соединены с первым и вторым входом блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия соответственно, выход датчиков температуры соединен со входом блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, выход блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия и блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства соединены с первым и вторым входом блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соответственно, а выход блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соединен со входом блока визуализации.

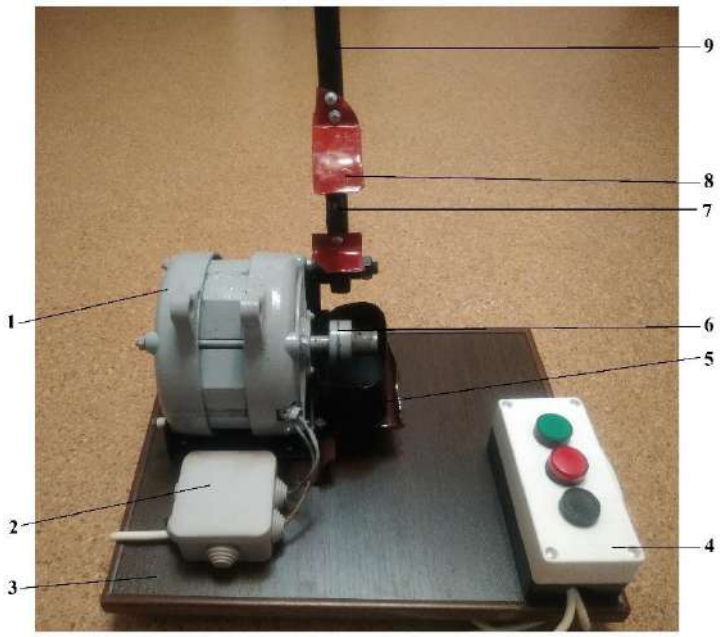
Сущность предлагаемого устройства заключается в том, что плечи держателя соединены шарнирно, с возможностью фиксации относительно друг друга, одно из плеч вертикально закреплено на основании, в противоположном шарниру, конце второго плеча установлен динамометрический ключ, с упором, закрепленном на втором плече держателя при этом упор расположен в плоскости параллельной второму плечу держателя, между упором и вторым плечом установлен датчик реагирующий на усилие прижатия упора, в упоре и в емкости первый и второй датчик температуры соответственно, емкость снабжена нагревателем, механизм вращения ролика снабжен датчиком нагрузки, дополнительно введены блок определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия, блок определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, блок сбора, обработки, хранения и передачи информации, блок визуализации, при этом выход датчика нагрузки и усилия прижатия соединены с первым и вторым входом блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия соответственно, выходы датчиков температуры соединены со входом блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, выход блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия и блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства соединены с первым и вторым входом блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соответственно, а выход блока сбора, обработки, хранения и передачи информации соединен со входом блока визуализации [10].

Отличительная черта устройства позволяет по полученным параметры тестируемого масла возможно определить какое масло имеет лучшие смазывающие и охлаждающие свойства, а также какое влияние оказывает добавляемая присадка и температура.

Блоки 1, 10, 11 предназначены для считывания и передачи информации с датчиков на блок визуализации, изготовлен как плато Arduino UNO; динамометрический ключ 2 используется для приведения в движение подвижной рукоятки; амперметр 3 предназначен для определение силы тока потребляемого двигателем; ёмкость 4 предназначена для масла, установлена в нижней части канистры из под масла; рукоятка 5 предназначена для создания прижимного усилия упора закрепленного на ней неподвижного сменного элемента к подвижному ролику электродвигателя; 7 датчик температуры масла и упора в канистре с тестируемым образцом; 8 упор для создания силы

трения, представляет собой ролик выполненный из подшипника; 9 нагревательный элемент для подогрева масла; блок визуализации 12 может быть выполнен в виде персонального компьютера.

Внешний вид второго блока установки, представлен на рисунке 14.



1 – приводной двигатель; 2 – управляющий элемент; 3 – станина;
4 – пульт; 5 – канистра под тестируемый образец масла; 6 – вращающийся элемент;
7 – неподвижный элемент; 8 – маслоуловители; 9 – динамометрический элемент
Рисунок 14 – Внешний вид второго блока установки

Особенность блока заключается в том, что установлен динамометрический ключ, с упором, закрепленном на втором плече держателя, емкость снабжена нагревателем, механизм вращения ролика снабжен датчиком нагрузки, дополнительно введены блок определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия, блок определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства, блок сбора, обработки, хранения и передачи информации, блок визуализации, при этом выход датчика нагрузки и усилия прижатия соединены с первым и вторым входом блока определения зависимости нагрузки на двигатель от усилия прижатия соответственно, выходы датчиков температуры соединены со входом блока определения влияния температуры масла на его смазывающие свойства [9, 11].

Заключение. Разработанное устройство, состоящее из двух блоков, предполагает использование большого количества электронных составляющих, что позволяет получить точный и достоверный результат по тестируемому маслу при этом не теряя в качестве и точности измерений.

Рекомендуемая система, безусловно, способствует экономии и рациональному использованию смазочных материалов и непосредственно моторных масел в ДВС АТТ в современном агропромышленном комплексе.

Своевременная диагностика состояния и качества моторных масел позволит на ранней стадии оценить не только степень загрязненности, а частичный слив осадка на дне поддона-картера позволит предотвратить возможные поломки, и благодаря этому значительно продлить ресурс ДВС и АТТ в целом.

Таким образом, применение разработанного способа долива в систему смазки ДВС свежего масла с учетом слива именно той части масла, где находятся основные загрязняющие вещества (в

основном осадок), а также метода контроля состояния масла на наличие мелкодисперсных металлических частиц и жидких примесей как непосредственно на технике (см. рисунок 5), так и в стационарном режиме (см. рисунок 7 и 13) позволит повысить информативность процесса исследования реального состояния качества масла, залитого в агрегатах и механизмах АТТ, а также своевременно его заменять на новое, с учетом тяжелых условий эксплуатации.

Список источников

1. ГОСТ 17479.1-2015. Масла моторные. Классификация и обозначение. М.: Изд-во стандартов. 8 с.

2. Балабанов В.И. Безразборное восстановление трущихся соединений автомобиля. Методы и средства. М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. 61 с.

3. Износ и долговечность автомобильных двигателей. М.А. Григорьев, Н.Н. Пономарёв. М. Машиностроение 1976. С. 14–58.

4. Папок К.К. Смазочные масла. М.: МО СССР, 1953. 101 с.

5. Микутенок Ю.А., Шкаренко В.А., Резников В.Д. Смазочные системы дизелей. Л-д: Машиностроение. 1986. 126 с.

6. Томилов А.А., Ломовских А.Е., Канищев А.С., Армянинов И.С. Способ и устройство для экс-пресс-сравнения состояния и качества моторных масел. Электронное периодическое издание «Воздушно-космические силы. Теория и практика». Издательство: ФГКВОУ ВО ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. МО РФ (Воронеж) 2020 г. №15. С. 108–116.

7. Папок К.К., Виппер А.Б. Нагары, лаковые отложения и осадки в автомобильных двигателях. М.: Машгиз, 1956. 156 с.

8. Патент на изобретение № 2758746 от 01.11.2021 г. Российская Федерация МПК G01N 27/00, G01N 38/28, G01N 33/30, F01N 11/10. Способ оперативного контроля качества трансмиссионного масла. Филатов И.С., Воронин Н.В., Родионов Ю.В., Никитин Д.В. Рыбин Г.В., Ломовских А.Е. // Заявка №2021106346; заявл. 11.03.2021. 7 с.

9. Ломовских А.Е., Армянинов И.С., Прилепин О.Е., Маматказин Т.Р. Способ и устройство для экс-пресс-анализа состояния и качества моторных масел. Сборник материалов Международной НПК «Наука и обра-зование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». (Россия, Воронеж, 24-25 ноября 2020 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С.85-89.

10. Рунда М.М. Метод контроля состояния моторных масел при длительном хранении техники: дис. канд. тех. наук: 05.11.13/ Рунда Михаил Михайлович. К.,2014. С. 37–59.

11. Верещагин В.И. Метод контроля состояния моторных масел по концентрации продуктов старения и противоизносным свойствам: дис. канд. тех. наук: 05.11.13 / Верещагин Валерий Иванович. Томск, 2014. 135 с.

References

1. GOST 17479.1-2015. Motor oils. Classification and designation. M.: Publishing House of standards. 8 p.

2. Balabanov V.I. Unassembled restoration of rubbing joints of the car. Methods and means. M.: LLC "AST Publishing House", 2003. 61 p.

3. Wear and durability of automobile engines. M.A. Grigoriev, N.N. Ponomarev. M. Mechanical engineering 1976. pp. 14-58.

4. Folders K.K. Lubricating oils. M.: USSR Ministry of Defense, 1953. 101 p.

5. Mikutenok Yu.A., Shkarenko V.A., Reznikov V.D. Diesel engine lubrication systems. L-d: Mechanical engineering. 1986. 126 p.

6. Tomilov A.A., Lomovskikh A.E., Kanishchev A.S., Armyaninov I.S. Method and device for ex-press comparison of the condition and quality of motor oils. Electronic periodical "Aerospace Forces. Theory and practice". Publishing house: FGKVOU VUNTS VVS "VVA" named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin. Ministry of Defense of the Russian Federation (Voronezh) 2020 No.15. pp. 108-116.

7. Folders K.K., Vipper A.B. Nagary, varnish deposits and sediments in automobile engines. Moscow: Mashgiz, 1956. 156 p.

8. Patent for invention No. 2758746 dated 01.11.2021, Russian Federation IPC G01N 27/00, G01N 38/28, G01N 33/30, F01N 11/10. A method of operational quality control of transmission oil. Filatov I.S., Voronin N.V., Rodionov Yu.V., Nikitin D.V. Rybin G.V., Lomovskikh A.E. // Application No. 2021106346; application No. 11.03.2021. 7 p.

9. Lomovskikh A.E., Armyaninov I.S., Prilepin O.E., Mamatkazin T.R. Method and device for express analysis of the condition and quality of motor oils. Collection of materials of the International NPC "Science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them". (Russia, Voronezh, November 24-25, 2020). Voronezh: Voronezh State Technical University, 2020. pp.85-89.

10. Runda M.M. Method of monitoring the condition of motor oils during long-term storage of equipment: dis. Candidate of Technical Sciences: 05.11.13/ Runda Mikhail Mikhailovich. K.,2014. pp. 37-59.

11. Vereshchagin V.I. Method of monitoring the condition of motor oils by the concentration of aging products and anti-wear properties: dis. Candidate of Technical Sciences: 05.11.13 / Vereshchagin Valery Ivanovich. Tomsk, 2014. 135 p.

Информация об авторах

Ю.В. Родионов – доктор технических наук, профессор; С.И. Данилин – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор; Р. В. Могутнов – кандидат технических наук; А.Е. Ломовских - кандидат технических наук, доцент; И.С. Армянинов – соискатель.

Information about the authors

Y. Rodionov - Doctor of Technical Sciences, Professor; S. Danilin - Candidate of Agricultural Sciences, Professor; R. Mogutnov - candidate of technical sciences; A. Lomovskikh - candidate of technical sciences, associate professor; I. Armenianinov - applicant.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.
The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 21.12.2023 Принята к публикации (Accepted): 15.02.2023