

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ Д-245

### С. В. Тимохин

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

e-mail: timohinsv@gmail.com

### Ю. В. Родионов

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия

e-mail: dekauto@pguas.ru

### И. И. Курбаков

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Саранск, Россия

e-mail: mrsu2@mail.ru

**Аннотация.** Существенным фактором, влияющим на надежность ДВС и его технико-экономические показатели, является эффективность функционирования смазочной системы. При нормативной подаче масла между контактирующими деталями возникает полужидкостное трение, при котором детали не разделены полностью слоем масла. Однако при таком трении гарантируется требуемая долговечность узлов и деталей с отводом тепла. Работоспособность системы смазки двигателя определяется состоянием её элементов (фильтров грубой и тонкой очистки, масляного радиатора и насоса, клапанов), а также качеством масла, его уровнем в картере ДВС и температурой. В отечественных ДВС контролируют минимальный уровень масла в картере, однако в эксплуатации возникают ситуации, когда уровень масла превышает его максимальное значение. Такая ситуация возникает при попадании в систему смазки охлаждающей жидкости или топлива. Охлаждающая жидкость может попадать в масло при нарушении герметичности прокладок головки блока цилиндров, уплотнительных колец гильз, трещин в головке и блоке цилиндров. Топливо в масло может проникать через изношенные и поврежденные детали топливной аппаратуры (диафрагму бензонасоса, плунжерные пары ТНВД и др.). Указанные жидкости резко ухудшают качество масла и увеличивают износ деталей ДВС, причем штатный одноуровневый указатель не даст водителю оперативной информации о неисправности.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы является совершенствование технологии контроля технического состояния смазочной системы ДВС на примере дизеля Д-245 и его модификаций, получивших широкое распространение на автомобилях семейства ГАЗ (ГАЗ – 3309), ЗИЛ (ЗИЛ – 5301), МАЗ (МАЗ Зубренок), автобусах ПАЗ (ПАЗ-3205), тракторах МТЗ (МТЗ-100, 892, 1020), сельскохозяйственной и строительно-технической, путем разработки и внедрения встроенного прибора для контроля минимального и максимального уровней масла в картере, а также его температуры.

Научная новизна работы обусловлена как использованием новых схемотехнических решений, так и разработанным авторами оригинального алгоритма работы датчика, основанного на использовании закономерностей коммутации герконов с нормально-замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами, срабатывание которых разнесено по времени и контролируемыми уровнями масла.

Структурная схема предлагаемого прибора содержит многофункциональный датчик уровней и температуры масла, включающий датчики минимального и повышенного уровней моторного масла в картере ДВС и его температуры, переключатель режима работы указателя температур охлаждающей жидкости и моторного масла, первый и второй компараторы напряжений, световые индикаторы, звуковой анализатор, включатель питания прибора, стабилизатор напряжения и штатный датчик температуры охлаждающей жидкости.

Применение разработанного прибора существенно повышает надежность и удобство контроля одного из наиболее важных показателей двигателей внутреннего сгорания – уровня масла в картере, что позволит избежать значительных повреждений двигателя.

В результате дальнейших исследований планируется разработать конструкцию прибора, провести лабораторные исследования разработанного многофункционального датчика с целью определения зависимости его сопротивления от температуры при нормальном уровне моторного масла в мерной колбе, а также определение фактических значений высот срабатывания разработанного датчика на нижнем и верхних уровнях масла.

**Ключевые слова:** контроль уровня масла, техническое обслуживание, смазочная система, структурная схема, дизель.

---

*Для цитирования:* Тимохин С. В., Родионов Ю. В., Курбаков И. И. Совершенствование технологии контроля параметров смазочной системы дизеля Д-245 // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 6. – С. 163–171. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-163.

## IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR CONTROLLING THE PARAMETERS OF THE LUBRICATING SYSTEM OF THE D-245 DIESEL ENGINE

### S. V. Timokhin

Penza State Agrarian University, Penza, Russia  
e-mail: timohinsv@gmail.com

### Y. V. Rodionov

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru

### I. I. Kurbakov

National research Mordovian State University named after N. P. Ogarev, Saransk, Russia  
e-mail: mrsu2@mail.ru

**Abstract.** A significant factor affecting the reliability of the internal combustion engine and its technical and Economic indicators is the efficiency of the lubrication system. When the standard oil supply is applied, semi-liquid friction occurs between the contacting parts, in which the parts are not completely separated by a layer of oil. However, with this friction, the required durability of components and parts with heat removal is guaranteed. The performance of the engine lubrication system is determined by the state of its elements (coarse and fine filters, oil radiator and pump, valves), as well as the quality of oil, its level in the internal combustion engine crankcase and temperature. In domestic internal combustion engines, the minimum oil level in the crankcase is controlled, but in operation there are situations when the oil level exceeds its maximum permissible value. This situation occurs when coolant or fuel enters the lubrication system. Coolant can get into the oil if the cylinder head gaskets, sleeve o-rings, or cracks in the cylinder head and block are broken. Top-Livo can enter the oil through worn and damaged parts of the fuel equipment (gas pump diaphragm, fuel pump plunger pairs, etc.). These liquids sharply degrade the quality of the oil and increase the wear of internal combustion engine parts, and the standard single-level indicator will not give the driver operational information about the malfunction.

In connection with the above, the purpose of this work is to improve the technology for monitoring the technical condition of the internal combustion engine lubrication system on the example of the d-245 diesel engine and its modifications, which are widely used in GAZ (GAZ-3309), ZIL (ZIL-5301), MAZ (MAZ Zubrenok), PAZ buses (PAZ-3205), MTZ tractors (MTZ – 100, 892, 1020), agricultural and construction equipment. by developing and implementing a built – in device for monitoring the minimum and maximum oil levels in the crankcase, as well as its temperature. The scientific novelty of the work is due to the use of new circuit and technical solutions, as well as the original algorithm of the sensor operation developed by the authors, based on the use of switching laws of reed switches with normally closed and normally open contacts, the operation of which is spaced over time and controlled oil levels.

Block diagram of the proposed device comprises a multifunction sensor level and oil temperature, including sensors of the minimum and increased levels of engine oil in the crankcase of the engine and its temperature, the operation mode switch signal cooling temperature-edusei fluid and engine oil, the first and second voltage comparators, indicator lights, buzzer, switch power supply, voltage regulator and regular temperature sensor coolant.

The use of the developed device significantly increases the reliability and convenience of monitoring one of the most important indicators of internal combustion engines—the oil level in the crankcase, which will avoid significant engine damage.

As a result of further research, it is planned to develop the device design, conduct laboratory studies of the developed multifunctional sensor in order to determine the dependence of its resistance on the temperature at the normal level of engine oil in the measuring flask, as well as determine the actual values of the developed sensor response heights at the lower and upper levels.

**Key words:** oil level monitoring, maintenance, lubrication system, block diagram, diesel.

**Cite as:** Timokhin, S. V., Rodionov, Yu. V., Kurbakov, I. I. (2020) [Improvement of the technology for controlling the parameters of the lubricating system of the D-245 diesel engine]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 6, pp. 163–171. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-163.

## Введение

Увеличение ресурса двигателей обеспечивает значительный экономический эффект в результате сокращения простоев и увеличения производительности автомобилей, уменьшения расхода запасных частей, снижения затрат на текущие и капитальные ремонты.

Главным образом срок службы ДВС в основном (до 80%) зависит от износа сопряженных деталей. Поэтому существенным фактором, влияющим на надежность, долговечность ДВС и его технико-экономические показатели является эффективность функционирования системы смазки. При нормативной подаче масла между контактирующими деталями возникает полужидкостное трение, при котором детали не разделены полностью слоем масла. Однако при таком трении гарантируется требуемая долговечность узлов и деталей с отводом тепла. При плохом смазывании или пульсирующей подаче смазки к узлам и механизмам появляется полусухое трение с повышенным изнашиванием контактирующих деталей и выделением большого количества тепла. В результате резко снижается механический КПД и работоспособность двигателя. Избыточное смазывание вызывает попадание масла в камеры сгорания, из-за чего образуется нагар на стенках камер сгорания и клапанах, днищах поршней, что приводит к повышенному расходу масла, перегреву и перебоям в работе двигателя [2, 4, 6, 15].

Работоспособность системы смазки двигателя определяется состоянием её элементов (фильтров грубой и тонкой очистки, масляного радиатора и насоса, клапанов), а также качеством масла, его уровнем в картере ДВС и температурой [1, 3, 7, 10].

В отечественных ДВС контролируют минимальный уровень масла в картере, однако в эксплуатации возникают ситуации, когда уровень масла превышает его максимально – допустимое значение. Такая ситуация возникает при попадании в систему смазки охлаждающей жидкости или топлива. Охлаждающая жидкость может попадать в масло при нарушении герметичности прокладок головки блока цилиндров, уплотнительных колец гильз, трещин в головке и блоке цилиндров. Топливо в масло может попадать через изношенные и поврежденные детали топливной аппаратуры (диафрагму бензонасоса, плунжерные пары ТНВД и др.) Указанные жидкости резко ухудшают качество масла и увеличивают износ деталей ДВС, причем штатный одноуровневый указатель не даст водителю оперативной информации о неисправности [5, 11, 14, 16].

Важную роль играет и температура масла. Наилучшее смазывание сопряжений достигается при оптимальном значении температуры масла, составляющем 75–95 °С. На большинстве отечественных автомобилей с жидкостной системой охлаждения ДВС отсутствует контроль температуры масла, что отрицательно влияет на экономичность, ресурс подвижных сопряжений и его качественные показатели.

Главными параметрами, определяющими техническое состояние смазочной системы, являются: уровень масла в картере, давление в главной магистрали, частота вращения и выбег ротора масляной центрифуги, температура, гидравлическое сопротивление фильтров, производительность масляного насоса, а также качественные показатели масла.

Высокую информативность имеет давление масла в смазочной системе ДВС. При нормальном техническом состоянии механизмов ДВС, агрегатов и элементов смазочной системы величина давления поддерживается сливным клапаном на оптимальном уровне. Постепенное снижение давления ниже нормы происходит в случае естественного износа подшипников скольжения ДВС смазываемых под давлением. Резкое снижение давления наблюдается в случае неисправностей привода масляного насоса, снижении уровня и утечках масла, загрязненности фильтрующих элементов и др.

Для контроля давления масла в смазочной системе двигателей автомобилей старых марок использовали термометаллические импульсные манометры, а на современных применяются логотметрические с реостатным датчиком.

Сигнализаторы аварийного (минимального) давления масла предназначены для повышения надежности контроля работы системы смазки ДВС. Они содержат датчики аварийных значений давления масла, сигнальную лампочку и источник электроэнергии.

Уровень смазочного масла можно контролировать датчиками различных типов: поплавковыми, электротепловыми, ультразвуковыми и др.<sup>1</sup>. Анализ конструкций датчиков уровня показывает, что наиболее совершенными являются электротепловые и ультразвуковые, однако они имеют достаточно сложную конструкцию и на отечественных автомобилях не используются [8, 9, 12, 17].

Задача поплавкового датчика уровня масла заключается в контроле минимального уровня масла и своевременной подаче сигнала на индикаторную лампочку, в случае его снижения до критической отметки.

<sup>1</sup> Герконы КЭМ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://asenergi.ru/catalog/pereklyuchateli/gerkony-kem.html> - (дата обращения 01.09.2020); Датчик уровня масла. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/lubrication/oil-level-sensor.html> – (дата обращения 01.09.2020); Oil life monitoring systems. – Access:// <https://www.edmunds.com/car-maintenance/oil-life-monitoring-systems.html> – (reference date: 15.05.2020); GM's Oil-Life System Improves Timing of Oil Change. – Access:// <https://www.machinerylubrication.com/Read/77/gm-s-oil-life-system-improves-timing-of-oil-change> – (reference date: 21.05.2020).

Принцип действия основан на использовании магнитоуправляемых контактов – герконов. Геркон помещается в запаянную с нижнего конца трубку из немагнитного материала, погруженную в масло. Снаружи по трубке перемещается поплавков со встроенным кольцевым магнитом. Геркон установлен в зоне минимального уровня масла и срабатывает при нахождении поплавка напротив него. Его контакты замыкаются и включают сигнальную лампочку на контрольной панели автомобиля.

Чувствительным элементом широко распространенных тепловых датчиков уровня является проволока, которая кратковременно нагревается до температуры, превышающей температуру масла. Уровень масла определяется по времени, необходимого для охлаждения проволоки. Естественно, что она охлаждается быстрее при большем количестве масла в картере двигателя.

У электротермического датчика уровня масла в качестве чувствительного элемента датчика выступает проволока с высоким температурным коэффициентом сопротивления, которая разогревается проходящим через нее током. Глубина погружения проволоки в масло определяет общее сопротивление и, следовательно, по величине напряжения на выходе датчика можно контролировать уровень масла.

Электронный измерительный блок обрабатывает поступающие сигналы, передает вместе с сигналами датчика температуры масла в блок управления ДВС и затем на индикатор приборной панели.

Графическая индикация уровня масла возможна помощью ультразвукового датчика.

С целью контроля уровня смазочного масла можно использовать динамический и статический способы измерений. Динамическое измерение проводится во время движения автомобиля с учетом продольного и поперечного ускорения, температуры двигателя, частоты вращения коленчатого вала. На неработающем двигателе стоящего автомобиля осуществляется статическое измерение уровня масла. При включении зажигания запускается процесс измерения с учетом положения автомобиля по отношению к горизонту.

В электронных системах управления двигателями для температурной коррекции управляющих воздействий применяются датчики температуры повышенной стабильности как с полупроводниковым, так и с медным чувствительным элементом. Их характеристика близка к линейной в рабочем диапазоне температур. К блоку управления они подключаются по двухпроводной схеме.

### Результаты исследований

Анализ схем электрооборудования отечественных автомобилей, в том числе оснащенных дизелями типа Д-245, показывает, что в них отсутствуют

приборы контроля температуры смазочного масла, но обязательно имеются измерители температуры охлаждающей жидкости с терморезисторными датчиками типа ТМ (ТМ-100 и др.) с диапазоном измерений от 40 до 130 °С, которые могут быть использованы и для контроля температуры смазочного масла.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы является совершенствование технологии контроля технического состояния смазочной системы ДВС на примере дизеля Д-245 и его модификаций, получивших широкое распространение на автомобилях семейства ГАЗ (ГАЗ-3309), ЗИЛ (ЗИЛ-5301), МАЗ (МАЗ Зубренок), автобусах ПАЗ (ПАЗ-3205), тракторах МТЗ (МТЗ-100, 892, 1020), сельскохозяйственной и строительной технике, путем разработки и внедрения встроенного прибора для контроля минимального и максимального уровня масла в картере, а также его температуры [13].

Особенности принципа действия и конструкция рассмотренного выше герконового датчика минимального уровня масла, а также размещение в картере ДВС, позволяют расширить его функциональные возможности, как в плане контроля второго, максимально – допустимого верхнего уровня масла, так и его температуры. Проведенный информационный анализ датчиков такого назначения аналогов предлагаемого не выявил.

В связи с вышеизложенным, в работе спроектирован оригинальный многофункциональный датчик и контрольно-измерительный прибор с его использованием. Оригинальные конструкции предлагаемого датчика в отличие от известного, состоит во введении в него второго геркона, установленного в зоне контроля верхнего уровня масла и ограничителя хода поплавка – магнита в этой зоне, а также установке таблеточного терморезистора с пружинным фиксатором – токосъемником в нижней части трубки датчика, при этом используется терморезистор, аналогичный используемому в штатном датчике температуры охлаждающей жидкости модернизируемого автомобиля или другой машины.

Особенность электрической схемы датчика заключается в том, что информация о трех контролируемых параметрах передается на элементы их контроля и сигнализаторы по одному проводу (вторым является «масса» датчика и корпусные детали ДВС и автомобиля). В электрической схеме прибора для контроля предельных уровней масла и его температуры имеются световые и звуковые сигнализаторы, при этом для определения текущего значения температуры масла используется штатный указатель температуры охлаждающей жидкости. Такое решение позволило использовать корпус серийного датчика минимального уровня масла с однополюсным разъемом для подключения к схеме и сократить до минимума число соединительных проводов.

Научная новизна работы обусловлена как использованием новых схемотехнических решений, так и разработанным авторами оригинального алгоритма работы датчика, основанного на использовании закономерностей коммутации герконов с нормально-замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами, срабатывание которых разнесено по времени и контролируемым уровням масла.

Структурная схема (рисунок 1) прибора содержит многофункциональный датчик уровней и темпе-

ратуры масла, включающий датчики минимального (ДМУ) и повышенного (ДПУ) уровней моторного масла в картере ДВС и его температуры (ДТМ), переключатель режима работы (ПРР) указателя температур охлаждающей жидкости и моторного масла (УТ), первый (К1) и второй (К2) компараторы напряжений, световые индикаторы (СИ1), (СИ2), звуковой сигнализатор ЗС, включатель питания прибора (ВП), стабилизатор напряжения (СН) и штатный датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ).

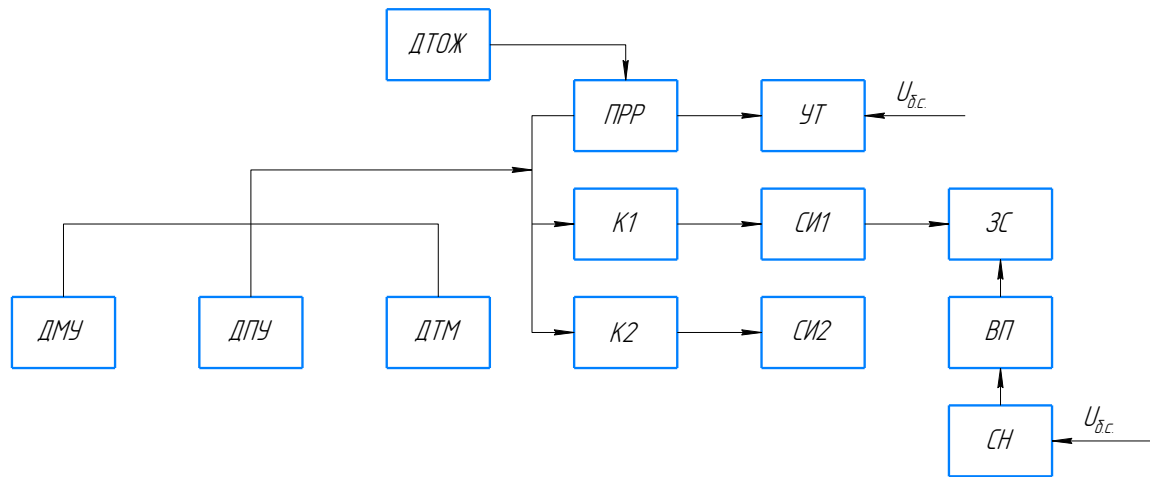


Рисунок 1. Структурная схема прибора для контроля уровней и температуры масла в картере дизеля Д-245

Источник: разработано авторами

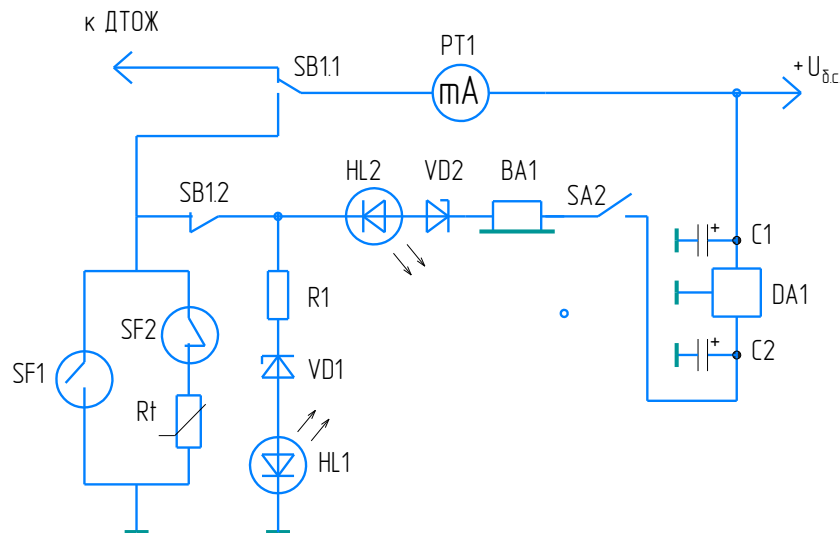


Рисунок 2. Электрическая схема прибора для контроля температуры и уровней масла в смазочной системе дизеля Д-245

Источник: разработано авторами

Электрическая схема (рисунок 2) прибора содержит герконы SF1 и SF2 датчиков минимального и повышенного уровней масла, терморезистор

датчика температуры масла Rt, ограничительный резистор R1, стабилитроны VD1, VD2, светодиоды HL1, HL2, звуковой излуча-

тель BA1, стабилизатор напряжения питания DA1, переключатель SA1 режима работы указателя температуры PT1, выключатель питания SA2, конденсаторы C1, C2.

Работа схемы происходит следующим образом. Для включения прибора в работу включают переключатель SA2, через который поступит стабилизированное напряжение питания (12В) на его схему.

Согласно алгоритму работы разрабатываемого прибора при нормальном уровне масла геркон SF1 разомкнут, а SF2 замкнут при этом в цепь датчика включен терморезистор Rt. Его сопротивление определяется температурой масла в картере. При повышенной температуре (более 120 °С) его сопротивление снизится до 60 Ом, а напряжение на цепочке HL2, VD2, BA1 повысится и достигнет величины открытия стабилитрона VD2. В результате начнется свечение светодиода VD2, и звучание сигнализатора BA1, с интенсивностью пропорциональной температуре масла. Для ее точного контроля водитель нажимает кнопку SB1 при этом к входу штатного указателя температуры охлаждающей жидкости подключится выход многофункционального датчика (терморезистор Rt) и он покажет температуру масла. В случае снижения уровня масла в картере ниже минимально допустимого значения сработает геркон SF1 и соединит вывод датчика с массой напрямую, в результате напряжение на цепочке HL2, VD2, BA1 скачком возрастет до напряжения питания, при этом начнется яркое свечение светодиода VD2, и громкое звучание сигнализатора BA1. При повышенном

уровне масла поплавков поднимется до геркона SF2, он переключится и разомкнет свои нормально-замкнутые контакты, в результате чего резко повысится напряжение на цепочке R1, VD1, HL1, и светодиод HL1 (высокий уровень масла) загорится, а звуковой сигнализатор зазвучит с минимальной громкостью. При дальнейшем увеличении уровня масла поплавков датчика упрется в ограничитель хода и сигнализаторы будут включены.

При невозможности оперативного устранения причины срабатывания сигнализаторов и необходимости продолжения движения машины сигнализаторы могут быть отключены переключателем SA2 (с соответствующей коррекцией нагрузочно-скоростного и температурного режима работы).

### Заключение

Применение разработанного прибора существенно повышает надежность и удобство контроля одного из наиболее важных показателей двигателей внутреннего сгорания – уровня масла в картере, что позволит избежать значительных повреждений двигателя.

В результате дальнейших исследований планируется разработать конструкцию прибора, провести лабораторные исследования разработанного многофункционального датчика с целью определения зависимости его сопротивления от температуры при нормальном уровне моторного масла в мерной колбе, а также определение фактических значений высот срабатывания разработанного датчика на нижнем и верхних уровнях масла.

### Литература

1. Антропов Б. С., Бестаев Р. И. Диагностика автомобильного двигателя по состоянию картерного масла // Грузовик. – 2006. – № 5. – С. 25–26.
2. Власов Ю. А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.10. – Томск, 2015. – 367 с.
3. Горюнова Е. Н., Жаров А. В. Диагностика газопоршневого двигателя по анализу моторного масла // История и перспективы развития транспорта на севере России. – 2013. – № 1. – С. 153–156.
4. Кулаков А. Т., Нуретдинов Д. И., Назаров Ф. Л. Диагностирование технического состояния двигателя по расходу масла на угар // Социально-экономические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2020. – № 2 (85). – С. 6–11.
5. Лаушкин А. В., Хазиев А. А. Причины обводнения моторного масла в эксплуатации // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2012. – № 1(28). – С. 63–67.
6. Лысенко В. А. Анализ и диагностика двигателя VA3-11183 при повышенном расходе масла // Моя профессиональная карьера. – 2020. – Т. 1. – № 14. – С. 154–159.
7. Егоров А. В., Новиков Ю. М., Зубова Е. В., Вахрушев В. В. Оценка работоспособности моторных масел // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 68. – С. 31–34.
8. Пат. 2232904 Российская Федерация, МПК F01M 11/00. Способ и система контроля состояния масла в двигателе внутреннего сгорания / Евстифеев Б. В.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие Всероссийский научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава. № 2003101669/06; заявл. 22.01.2003; опубл. 2004.07.20, Бюл. № 20. – 13 с.
9. Пат. 2216715 Российская Федерация, МПК G01 F23/26, G01 N11/00. Датчик уровня и качества масла двигателя внутреннего сгорания / Евстифеев Б. В., Земсков А. А.; заявитель и патентообладатель:

Государственное унитарное предприятие Всероссийский научно-исследовательский институт тепловозов и путевых машин Министерства путей сообщения Российской Федерации. № 2002118847/28; заявл. 17.07.2002; – опубл. 2003.11.20, Бюл. № 32. – 11 с.

10. Пегачков А. А., Кузовков И. М. Удаленная диагностика тепловых параметров двигателя внутреннего сгорания // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2020. – № 1 – С. 204–210.

11. Разработка способов увеличения ресурса и надежности систем смазки двигателей внутреннего сгорания наземного транспорта / В. А. Алтунин, К. А. Алтунин, И. Н. Алиев, А. А. Щиголев и др. // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 10 (667). – С. 47–57.

12. Снарский С. В. Гафиятуллин А. А., Кулаков А. Т. Датчики для измерения эксплуатационных параметров дизельного двигателя и оценки остаточного ресурса // Научная мысль. – 2017. – № 3. – С. 203–209.

13. Тимохин С. В. Вазеров А. Э., Краснов А. Ю. Разработка устройства для контроля смазочной системы автомобиля // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сборник статей IV Междунар. науч.-практ. конф. 15–16 октября 2019 г., Пенза. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 128–132.

14. Тимохин С. В., Папшев С. С., Волкова Е. М. Результаты стендовых исследований ЭДС пар трения дизеля Д-240 трактора МТЗ-80 // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф. 17–18 марта 2016 г., Пенза. – Пенза: РИО ПГАУ, 2016. – С. 12–15.

15. Федин Н. А., Рябов С. С. Накопление продуктов износа в моторном масле двигателей внутреннего сгорания // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 2 (45). – С. 21–25.

16. Хазиев А. А., Моршнев А. А. Причины попадания автомобильного бензина в моторное масло // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2014. – Т. 1. – С. 219–222.

17. Vehicular Engine Oil Service Life Characterization Using On-Board Diagnostic (OBD) Sensor Data: J. Siegel, R. Bhattacharyya, A. Deshpande, S. Sarma, Department of Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA 02139 IBM Research Yorktown Heights, NY 10598.

## References

1. Antropov, B. S. (2006) [Diagnostics of an automobile engine based on the condition of crankcase oil]. *Gruzovik* [Truck]. Vol. 5, pp. 25–26. (In Russ.).

2. Vlasov, Yu. A. (2015) [Methodology of diagnostics of automobile aggregates by electrophysical methods of monitoring parameters of working oil] *Metodologiya diagnostiki agregatov avtomobilej elektrofizicheskimi metodami kontrolya parametrov rabotayushchego masla*: [dis. ... doct. techn. science: 05.22.10]. Tomsk. 367 p. (In Russ.).

3. Goryunova, E. N. (2013) [Diagnostics of a gas-piston engine based on the analysis of motor oil]. *Istoriya i perspektivy razvitiya trans-porta na severe Rossii* [History and prospects of transport development in the North of Russia]. Vol. 1, pp. 153–156. (In Russ.).

4. Kulakov, A. T. (2020) [Diagnostics of the technical condition of the engine by oil consumption on carbon monoxide]. *Sotsial'no-ekonomicheskiye sistemy: issledovaniye, proyektirovaniye, optimizatsiya* [Socio-economic systems: research, design, optimization]. Vol. 2 (85), pp. 6–11. (In Russ.).

5. Laushkin, A. V. (2012) [Causes of engine oil flooding in operation]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudar-stvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*. [Bulletin of the Moscow automobile and road state technical University (MADI)]. Vol. 1 (28), pp. 63–67. (In Russ.).

6. Lysenko, V. A. (2020) [Analysis and diagnostics of the VAZ–11183 engine with increased oil consumption]. *Moya professional'naya kar'yera* [My professional career]. Vol. 1. No. 14, pp. 154–159. (In Russ.).

7. Egorov, A. V., Novikov, Yu. M. (2014) [Evaluation of the performance of motor oils]. *Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii* [Bulletin of Chelyabinsk state agroengineering academy]. Vol. 68, pp. 31–34. (In Russ.).

8. Pat. 2232904 Russian Federation, IPC F01M 11/00. [Method and system for monitoring the state of oil in an internal combustion engine] *Sposob i sistema kontrolya sostoyaniya masla v dvigatele vnutrennego sgoraniya*. Evstifeev B. V.; applicant and patent holder: Federal state unitary enterprise all-Russian research and design and technological Institute of motor vehicles. No. 2003101669/06; application 22.01.2003; [publ. 2004.07.20, Byul. No. 20]. 13 p. (In Russ.).

9. Pat. 2216715 Russian Federation, IPC G01 F23/26, G01 N11/00. [Sensor of the level and quality of internal combustion engine oil] *Datchik urovnya i kachestva masla dvigatelya vnutrennego sgoraniya*. Evstifeev B. V., Zemskov A. A.; applicant and patent holder: State unitary enterprise all-Russian research Institute

of locomotives and track machines of the Ministry of Railways of the Russian Federation. No. 2002118847/28; declared 17.07.2002; [publ. 2003.11.20, bul. No. 32]. 11 p. (In Russ.).

10. Pegachkov, A. A. (2020) [Remote diagnostics of thermal parameters of the internal combustion engine]. *Vysokiytehnologii v stroitel'nom komplekse* [High technologies in the construction complex]. Vol. 1, pp. 204 – 210. (In Russ.).

11. Altunin, V. A., Altunin, K. A. (2015) [Development of ways to increase the resource and reliability of lubrication systems for internal combustion engines of ground transport]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye* [Proceedings of higher educational institutions. Mechanical Engineering]. Vol. 10 (667), pp. 47–57. (In Russ.).

12. Snarsky, S. V. (2017) [Sensors for measuring the operational parameters of a diesel engine and evaluating the residual resource]. *Nauchnaya mysl'* [Scientific thought]. Vol. 3, pp. 203–209. (In Russ.).

13. Timokhin, S. V. (2019) [Development of a device for controlling the car's lubrication system]. *Ekspluatatsiya avtotraktorov i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: opyt, problemy, innovatsii, perspektivy: sbornik statey IV Mezhdunar. nauch.-prak. konf. 15–16 oktyabrya 2019 g., Penza* [Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects: collection of articles IV international. scientific practice. conf. October 15–16, 2019, Penza]. Penza: RIO PGAU, pp. 128–132. (In Russ.).

14. Timokhin, S. V. (2016) [Results of bench studies of EMF of friction pairs of diesel D-240 of MTZ-80 tractor]. *Innovatsionnyye idei molodykh issledovateley dlya agropromyshlennogo kompleksa Ros-sii: sbornik materialov Mezhdunar. nauch.-prak. konf. 17–18 marta 2016 g., Penza* [Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex of Russia: collection of abstracts of the Intern. scientific practice. conf. march 17–18, 2016, Penza]. Penza: RIO PGAU, pp. 12–15. (In Russ.).

15. Fedin, N. A. (2014) [Accumulation of wear products in the engine oil of internal combustion engines]. *Mir transporta i tekhnologicheskiy mashin* [World of transport and technological machines]. Vol. 2 (45), pp. 21–25. (In Russ.).

16. Khaziev, A. A. (2014) [Reasons for getting automobile gasoline into motor oil]. *Modernizatsiya i nauchnyye issledovaniya v trans-portnom komplekse* [Modernization and scientific research in the transport complex]. Vol. 1, pp. 219–222. (In Russ.).

17. Vehicular Engine Oil Service Life Characterization Using On-Board Diagnostic (OBD) Sensor Data: J. Siegel, R. Bhattacharyya, A. Deshpande, S. Sarma, Department of Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology Cambridge. MA 02139 IBM Research Yorktown Heights, NY 10598.

#### **Информация об авторах:**

**Сергей Викторович Тимохин**, доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса машин, Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия  
e-mail: timohinsv@gmail.com

**Юрий Владимирович Родионов**, доктор технических наук, профессор, декан автомобильно-дорожного института, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия  
e-mail: dekauto@pguas.ru

**Иван Иванович Курбаков**, кандидат технических наук, доцент кафедры мобильных и энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А. И. Лещанкина, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева, Саранск, Россия  
e-mail: mrsu2@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 12.10.2020; принята в печать: 23.11.2020.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

#### **Information about the authors:**

**Sergey Viktorovich Timokhin**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical service of machines, Penza State Agrarian University, Penza, Russia  
e-mail: timohinsv@gmail.com

**Yuri Vladimirovich Rodionov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Automobile and Road Institute, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru



**Ivan Ivanovich Kurbakov**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mobile and energy means and agricultural machines named after prof. A. I. Leshchankin, National Research Mordovian State University named after N. P. Ogarev, Saransk, Russia  
e-mail: mrsu2@mail.ru

The paper was submitted: 12.10.2020.

Accepted for publication: 23.11.2020.

The authors have read and approved the final manuscript.