

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВС

Федотов Е.С.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Ключевые слова: система смазки, давление, аварийные моменты, разность давлений, режимы работы.

Аннотация. Моторное масло выполняет в двигателе важную роль, а именно влияет на стабильность и долговечность работы. Кроме основной функции, касающейся смазки двигателя, оно также выполняет ряд других. Но все те преимущества, которые дает нам моторное масло, ничего не значат, если масло не циркулирует, как положено, по всему двигателю, обеспечивая необходимую для его работы смазку. При этом необходимо учитывать, что в зависимости от времени работы моторного масла его свойства могут меняться в сторону ухудшения. Тем самым, приводя к дополнительной потере давления. В данной статье исследованы параметры работы системы смазки при нагрузочном режиме работы.

INVESTIGATION OF THE OPERATIONAL PARAMETERS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE LUBRICATION SYSTEM

Fedotov E.S.

Kuban State Technological University, Krasnodar

Keywords: lubrication system, pressure, emergency moments, pressure difference, operating modes.

Abstract. Engine oil performs an important role in the engine, namely, it affects the stability and durability of work. In addition to the main function concerning engine lubrication, it also performs a number of others. But all the advantages that engine oil gives us mean nothing if the oil does not circulate properly throughout the engine, providing the necessary lubrication for its operation. At the same time, it should be taken into account that, depending on the operating time of the engine oil, its properties may change in the direction of deterioration. Thereby resulting in an additional pressure loss. In this article, the parameters of the lubrication system operation under the load mode of operation are investigated.

Рассмотрим систему смазки автомобильного двигателя: как она действует, какие проблемы могут возникнуть, если не поддерживать ее на должном уровне. Обычно это случается, когда изнашиваются детали двигателя в результате большого пробега, либо в результате повреждений, вызванных нестабильной работой системы смазки [1-3].

Основная задача моторного масла состоит в том, чтобы способствовать ровной работе всех деталей двигателя. Движущиеся механические части, такие как: кулачки, зубчатые шестеренки, подшипники качения и скольжения, поршни и клапаны нуждаются в качественной смазке с помощью моторного

масла. Моторное масло выполняет эту функцию, образуя своего рода «барьер» из масляной пленки, защищающий детали двигателя.

Во время работы между движущимися деталями двигателя возникает трение. В отсутствие масла, происходило бы очень быстрое изнашивание деталей двигателя. Несмотря на то, что масло снижает трение, его не представляется возможным избежать полностью из-за гидродинамических сопротивлений [4].

При работе двигателя под разно-переменной нагрузкой нередко возникают аварийные моменты, связанные с падением или увеличением рабочего давления в системе смазки, которые могут приводить к выходу из строя силовых установок, данные проблемы были рассмотрены в публикациях [5,6].

Характеристика объектов и методов исследования

Нагрузочная характеристика (НХ) представляет собой зависимость (рис. 1) основных показателей двигателя от одного из параметров, характеризующих его нагрузку (N_e , M_k , P_e). Их определяют при постоянной частоте вращения.

При снятии НХ положение органа управления двигателем (ДЗ - для двигателей с искровым зажиганием) изменяют от полного до соответствующего режиму ХХ при данной частоте вращения. При этом для поддержания постоянного скоростного режима нагрузку двигателя соответственно изменяют при помощи тормозной установки [7,8].

Работа на режимах НХ наиболее характерна для двигателей, которые по условиям технологического процесса потребителя мощности должны сохранять почти постоянным скоростной режим при изменении внешней нагрузки (двигатели для привода электрических генераторов, насосов, компрессоров).

Нагрузочная характеристика имитирует также работу двигателя на автомобиле при движении последнего с постоянной скоростью на одной из передач в условиях переменного дорожного сопротивления [6,7].

Основными показателями двигателя по НХ являются G_m и g_e . В зависимости от целей испытаний в качестве показателей также используются: концентрации токсичных веществ в ОГ, показатели наполнения двигателя (η_v , G_B , p_k) коэффициент избытка воздуха α , УОЗ для двигателей с искровым

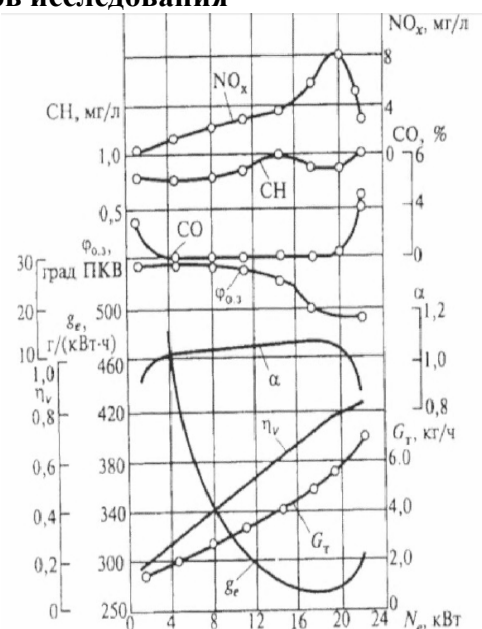


Рис. 1. Нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием ($\epsilon=9$, $iVh=1,5$ л, $n=2000$ мин⁻¹)

зажиганием, температура ОГ (t_r) и т. д. При снятии НХ двигатель оборудуют штатными системами топливоподачи и зажигания [9-11].

Крайняя правая точка НХ ($N_{e\max}$) соответствует максимальной нагрузке, которую двигатель может преодолеть при данной частоте вращения (двигатели с искровым зажиганием), или ее значению при положении регулирующего органа на упоре (дизели). Крайняя левая точка НХ соответствует режиму ХХ ($N_e=0$).

НХ могут быть построены и по результатам регулировочных испытаний. В этом случае для каждого значения мощности подбирают такое сочетание управляемых параметров, которые обеспечивают двигателю наименьшее значение g_e [12].

Для ДсИЗ основными управляемыми параметрами являются η_v , a , φ . Такие НХ, как уже отмечалось, называют характеристиками оптимального регулирования (ХОР). Их используют при исследованиях и доводке двигателя, для оценки совершенства его рабочих процессов, и они являются основой для выбора регулировок систем двигателя.

В двигателях с искровым зажиганием (ДсИЗ) изменение мощности достигается в основном за счет изменения количества горючей смеси (изменением положения ДЗ), поступающей в цилиндры.

В современных ДсИЗ с впрыскиванием бензина алгоритм обогащения заложен в память электронного блока управления: обогащение происходит в зависимости от расхода воздуха (или от уровня разрежения во впускном трубопроводе) с учетом положения ДЗ и скоростного режима двигателя.

Ухудшение условий сгорания и обогащение смеси по мере прикрытия ДЗ приводят к некоторому уменьшению η , что увеличивает g_e . Но более сильное влияние на зависимость $g_e=f(N_e)$ оказывает изменение η_M . Мощность механических потерь незначительно изменяется с уменьшением N_e . Но вследствие уменьшения индикаторной мощности быстро снижается η_M , достигая нулевого значения на режиме холостого хода. Это приводит к интенсивному увеличению g_e с уменьшением нагрузки, так как все большая часть теплоты расходуется не на полезную работу, а на преодоление внутренних (механических) потерь, что указывает на нецелесообразность использования двигателя на режимах очень малых нагрузок [7,8].

В широком диапазоне нагрузок, в котором η_i и a изменяются в сравнительно узких диапазонах, G_B , η_v , давление во впускном трубопроводе p_k , а также G_T практически линейно связаны с N_e . Лишь в зоне вблизи полной нагрузки, когда фактически начинается качественное регулирование, линейный характер нарастания этих параметров с ростом N_e нарушается: темп нарастания G_T увеличивается, а интенсивность роста G_B и η_v , напротив, замедляется [10, 13].

Результаты исследования

Для получения результата характеристик и анализа рабочих параметров была собрана Лабораторная установка (рис. 2, 3) на базе модернизированного учебного стенда для обкатки двигателей КИ-5543 в паре с инжекторным

двигателем ВАЗ 2108. Работа двигателя полностью имитирует работу ДВС на реальном автомобиле.

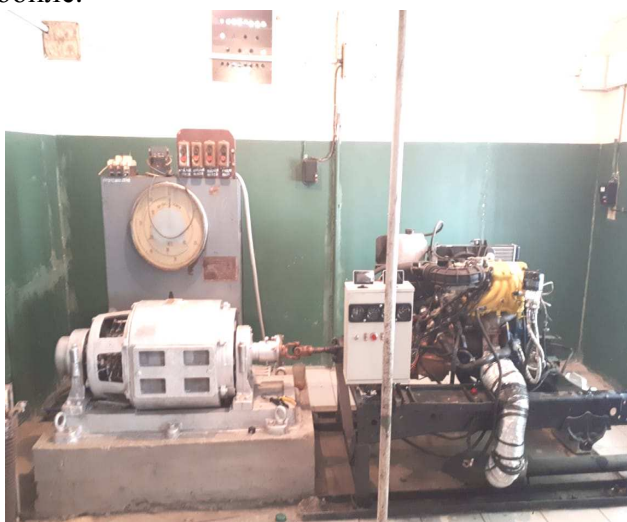
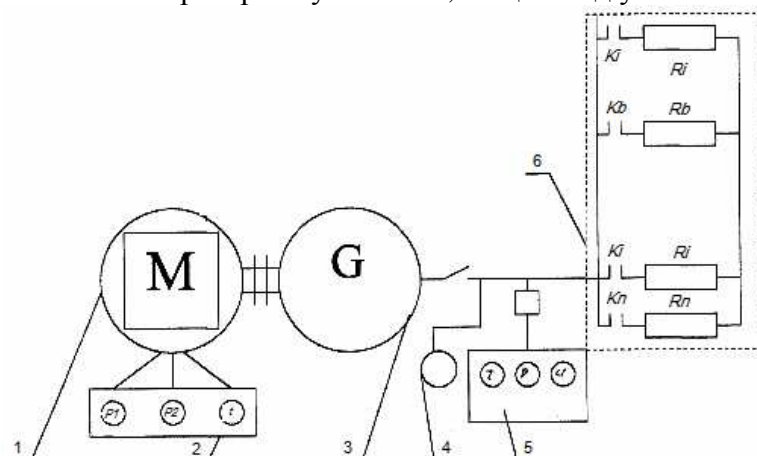


Рис. 2. Лабораторная установка, общий вид установки



1 – двигатель внутреннего сгорания ВАЗ 20183; 2 – пульт управления; 3 – генератор переменного тока; 4 – тахометр; 5 – пульт замера характеристик нагрузки; 6 – блок нагрузки

Рис. 3. Принципиальная схема лабораторной установки

На фотографии изображен электротормозной стенд, за основу которого был взят и доработан инжекторный двигатель ВАЗ 21083, а также генератор, который соединен с КПП (от ВАЗ 21053) непосредственно карданной передачей.

Измерение показателей исследуемого двигателя производится при помощи прибора ДСТ-10, подключаемого к диагностическому разъему, а также подключением амперметра, вольтметра к генераторной установке для определения нагрузочных характеристик.

Тактико-технические характеристики исследуемого инжекторного ДВС представлена в таблице 1

Табл. 1. Тактико-технические характеристики исследуемого двигателя ВАЗ 21083

Двигатель ВАЗ 21083, 8 кл.	Параметры
Максимальная мощность, N_e , кВт	58,1
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, n , об/мин	5600
Рабочий объём, V , см ³	1500
Удельный эффективный расход топлива, g_e , г/кВт·ч	299
Ход поршня, S , мм	71
Диаметр цилиндра, D , мм	82
Степень сжатия, ед	9,9
Максимальный крутящий момент при частоте 3000 об/мин, M , Н·м	115,7

Перед проведением лабораторных испытаний на стенде была доработана система смазки. Чтобы давление в системе смазки соответствовало заводским параметрам, установленным на заводе изготовителя, была произведена полная замена масла и масляного фильтра, с последующим его выносом со штатного места (рис. 4) [13-15]. Для выноса масляного фильтра была использована проставка-переходник (рис. 5), которая вкручивалась в штатное место масляного фильтра, данная методика была рассмотрена в публикациях [16,17].



Рис. 4. Перенос масляного фильтра



Рис. 5. Проставка для переноса масляного фильтра

Благодаря данной проставке удалось установить датчик давления в систему смазки перед фильтром и после масляного фильтра. Второй датчик

был установлен в головке блока цилиндров, благодаря чему удалось снять измерения показания давления до фильтрующего элемента и в конце масляного тракта, подобные способы были рассмотрены ранее в публикациях [17-19].

Входе проведения испытания, была необходимость отключения некоторых датчиков контроля работы двигателя. Отключение датчиков абсолютно никак не сказалось на проведении испытания, так как для полного контроля за работой двигателя был подключен диагностический прибор ДСТ-10.

Методика снятия нагрузочной характеристики:

- характеристика должна сниматься при постоянном открытом на определенный угол дроссельной заслонке;
- характеристика снимается путем последовательного увеличения нагрузки от нуля до падения частоты вращения коленчатого вала в 1000 об/мин;
- в режиме номинальной (максимальной) мощности число параллельных измерений должно быть не менее трех.

В данном случае, нет возможности поддерживать постоянную частоту вращения коленчатого вала независимо от нагрузки, так как на данной установке отсутствует механизм автоматического регулирования частоты вращения. Поэтому нагрузку производим исходя от постоянно открытого дроссельной заслонки и увеличения нагрузки. Замеры проводились начиная от частоты 3000 об/мин.

По результатам исследований, чтобы добиться частоты вращения КВ $n=1000$ об/мин, была применена нагрузка генератором N . Эту нагрузку высчитали исходя из напряжения генератора на обмотке $U=180В$ и замеренной силы тока $I=120А$.

Мощность потребляемую генератором вычислим по формуле

$$N_z = U \cdot I. \quad (1)$$

Общая нагрузка создаваемая генератором, составляет в сумме мощностей

$$N = N_z + \Delta N_z, \quad (2)$$

где ΔN – потеря мощности на генераторе, кВт.

Полученные результаты исследования сведены в таблицу 2.

Табл. 2. Результаты исследований и вычислений

Частота n , об/мин	Напряжение на обмотке генератора U , В	Нагрузка I , А	Мощность генератора N_z , кВт	Потери на генераторе ΔN_z , кВт	Суммарная Мощность подключаемой нагрузки N , кВт	Давление в системе смазки без нагрузки P , МПа	Давление в системе смазки под нагрузкой P , МПа
3000	180	0	0	0	0	2,4	2,4
2500	180	30	5,4	2	7,4	2,4	2,3
2000	180	60	10,8	2,25	13,05	1,9	1,7
1500	180	90	16,2	2,5	18,7	1,5	1,3
1000	180	120	21,6	2,75	24,35	1,0	0,8

Выводы. Из полученных результатов можно сделать вывод, что под нагрузкой в системе смазки ДВС происходит падение давления. Причем закономерность показывает, что с увеличением нагрузки разница между давлением в системе смазки без нагрузки и под нагрузкой возрастает, а на низких оборотах вообще падает давление до критического значения, подобное явление было рассмотрено в публикации [20]. Данное явление обусловлено повышением рабочей температуры ДВС в результате нагрузки, при этом меняет вязкость масла и с этим явлением происходит падение давления масла.

Анализ показал, что одной из наиболее информативных систем, а также систем ограничивающих режим непрерывной работы двигателя является система смазки. Предложены новые способы диагностики по следующим показателям: давление в системе смазки, нагрузочный режим. По этим параметрам можно судить о скорости износа ДВС и остаточном ресурсе двигателя до проведения технического обслуживания, позволяющими выявить место и причины неисправностей, а также возможность возникновения аварийной ситуации.

Список литературы

1. Стародуб М.В. Технология нефти. Подготовка нефти к переработке: учебное пособие / М.В. Стародуб, Ю.П. Ясьян, П.А. Пуртов, Ю. Аристович. Краснодар: Изд-во ООО "Издательский Дом - Юг", 2011. С. 119.
2. Федотов Е.С. Оценка эффективности работы системы смазки в различных узлах трения. // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы третьей международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во ООО «Принт Терра», 2020. С.1210-1216.
3. Овчаренко С.М. Расчет параметров работы центробежного фильтра масляной системы дизеля / С.М. Овчаренко, И.Н. Денисов, В.А. Минаков // Известия Транссиба. 2015. №2(22). С. 33-39.
4. Королев А.Е. Трение и износ двигателей при обкатке // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2020. № 9. С. 7-10.
5. Ахметзянов И.Р. Определение диагностических параметров для метода диагностики по переходным функциям // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11, № 4 (42). С. 69-73.
6. Шевцов Ю.Д. Определение опасных режимов работы силовых агрегатов по параметрам системы смазки / Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, П.А. Поляков, А.В. Воленко // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Краснодар: КубГТУ, 2018. С. 734-737.
7. Сычев А.М. К вопросу о диагностике элементов системы смазки ДВС / А.М. Сычев, А.А. Калныш // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2018. № 3 (29). С.3-6.
8. Капусткин А.О. Функциональное тестирование агрегатов системы смазки // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2018. № 5. С. 42-46.
9. Шевцов Ю.Д. Определение периодичности технического обслуживания двигателей внутреннего сгорания по значению параметров систем смазки / Ю.Д. Шевцов, Ю.А. Кабанков, Е.С. Федотов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2014. № S6. С. 348-353.
10. Атрощенко В.А. К вопросу использования динамических характеристик фильтра для диагностики и прогнозирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, Ю.А. Кабанков // Научные чтения имени

- профессора Н.Е. Жуковского: материалы V Международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во ООО "Издательский Дом - Юг", 2015. С. 297-300.
11. Зубков И.А. Исследование эффективности работы центробежного фильтра для очистки моторного масла / И.А. Зубков, М.А. Чибышев // Электронный сборник «Научные труды студентов Ижевской ГСХА». 2019. С. 585-590.
 12. Тагиев, Р.С. Двигатель со свободными клапанами // Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения): материалы V Международной научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 99-103.
 13. Толмачев Д.И. Методы и технические средства контроля состояния и восстановления работоспособности моторных масел в условиях эксплуатации. Д.И. Толмачев, Н.В. Голубенко // Механики XXI века. 2016. № 15. С. 404-408.
 14. Мухарьямов, М.В. Увеличение ресурса работы масляных фильтров // материалы XXXVIII Международной научно-практической студенческой конференции "НИРС - первая ступень в науку". Ярославль: Ярославская ГСХА, 2015. С. 18-22.
 15. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2017617814. Программа вычисления расхода смазочного масла в резервных источниках электроснабжения специальных комплексов за счет управления техническим состоянием системы смазки двигателя / Р.Н. Аитов, Д.Р. Абсалямов, И.Р. Резаев, Е.В. Калмыков, А.В. Генералов. – Заявка № 2017615173 от 22.05.2017; зарег. 12.07.2017.
 16. Шевцов Ю.Д. Разработка способа повышения надежности ДВС путем контроля и управления гидравлическими параметрами системы смазки / Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов, П.А. Поляков, Д.В. Кроква // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Краснодар: КубГТУ, 2018. С. 728-733.
 17. Федотов Е.С. Структурная схема управления системой смазки ДВС / Е.С. Федотов, Ю.Д. Шевцов, П.А. Поляков, М.В. Стародуб // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2021. № 10. С. 27-32.
 18. Шевцов Ю.Д. Исследование, оценка и выбор параметров технического состояния двигателей при их контроле и прогнозировании / Ю.Д. Шевцов, В.А. Атрощенко, Л.Н. Дудник, Д.А. Горохов, Е.С. Федотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1057-1076.
 19. Федотов Е.С. Влияние степени загрязнения масляного фильтра на параметры работы системы смазки / Е.С. Федотов, Ю.Д. Шевцов, П.А. Поляков, Р.С. Тагиев, Ф.А. Дзюба // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: КубГТУ, 2019. С. 784-792.
 20. Шевцов Ю.Д. Предотвращение аварийных ситуаций на ДВС путем управления параметрами его работы / Ю.Д. Шевцов, Ю.А. Кабанков, Е.С. Федотов, А.Б. Фурсина // VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Краснодар: КВВАУЛ им. А.К. Серова, 2016. С. 234-237.

References

1. Starodub M.V. Oil technology. Preparation of oil for processing: textbook / M.V. Starodub, Yu.P. Yasyan, P.A. Purtov, Yu. Aristovich. Krasnodar: Publ. house: LLC "Publishing House - Yug", 2011. 119p.
2. Fedotov E.S. Evaluation of the effectiveness of the lubrication system in various friction units // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the third International scientific and practical conference. Krasnodar: Publ. house: Print Terra LLC, 2020. P. 1210-1216.
3. Ovcharenko S.M. Calculation of the parameters of the centrifugal filter of the diesel oil system / S.M. Ovcharenko, I.N. Denisov, V.A. Minakov // News of Transsib. 2015. No. 2 (22). P. 33-39.

4. Korolev A.E. Friction and wear of engines during running-in / A.E. Korolev // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2020. No. 9. P. 7-10.
5. Akhmetzyanov I.R. Determination of diagnostic parameters for the diagnostic method for transient functions // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2016. Vol. 11. No. 4 (42). P. 69-73.
6. Shevtsov Yu.D. Determination of dangerous operating modes of power units according to the parameters of the lubrication system / Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, P.A. Polyakov, A.V. Volenko // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Technological University. Krasnodar: KubSTU, 2018. P. 734-737.
7. Sychev A.M. On the issue of diagnostics of elements of the engine lubrication system / A.M. Sychev, A.A. Kalnysh // Technical regulation in transport construction. 2018. No. 3 (29). P. 3-6.
8. Kapustkin A.O. Functional testing of lubrication system units // Agricultural machinery: maintenance and repair. 2018. No. 5. P. 42-46.
9. Shevtsov Yu.D. Determination of the frequency of maintenance of internal combustion engines by the value of parameters of lubrication systems / Yu.D. Shevtsov, Yu.A. Kabankov, E.S. Fedotov // Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubSTU". 2014. No.6. P. 348-353.
10. Atroschenko V.A. On the use of dynamic characteristics of the filter for diagnostics and forecasting of the technical condition of the internal combustion engine / V.A. Atroschenko, Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, Yu.A. Kabankov // Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: materials of the V International Scientific and Practical Conference. Krasnodar: Publ. house LLC "Publishing House - Yug", 2015. P. 297-300.
11. Zubkov I.A. Investigation of the efficiency of a centrifugal filter for cleaning engine oil / I.A. Zubkov, M.A. Chibyshev // Electronic collection "Scientific works of students of Izhevsk State Agricultural Academy". 2019. P. 585-590.
12. Tagiyev R.S. Engine with free valves // Transport. Economy. Social sphere (actual problems and their solutions): materials of the V International Scientific and Practical Conference. Penza, 2018. P. 99-103.
13. Tolmachev D.I. Methods and technical means of monitoring the condition and restoring the operability of motor oils under operating conditions / D.I. Tolmachev, N.V. Golubenko // Mechanics of the XXI century. 2016. No. 15. P. 404-408.
14. Mukharyamov M.V. Increasing the service life of oil filters // Materials of the XXXVIII International Scientific and Practical Student Conference "Research and Development - the first step in science". Yaroslavl: Yaroslavl State Agricultural Academy, 2015. P. 18-22.
15. Certificate of registration of the computer program No. 2017617814. Program for calculating the consumption of lubricating oil in backup power supply sources of special complexes by controlling the technical condition of the engine lubrication system / R.N. Aitov, D.R. Absalyamov, I.R. Rezaev, E.V. Kalmykov, A.V. Generalov – Application No. 2017615173 dated 05.22.2017; reg. 12.07.2017.
16. Shevtsov Yu.D. Development of a method for improving the reliability of the internal combustion engine by monitoring and controlling the hydraulic parameters of the lubrication system / Yu.D. Shevtsov, E.S. Fedotov, P.A. Polyakov, D.V. Krokva // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Technological University. Krasnodar: KubSTU, 2018. P. 728-733.
17. Fedotov E.S. Structural control scheme of the engine lubrication system / E.S. Fedotov, Yu.D. Shevtsov, P.A. Polyakov, M.V. Starodub // Computer-aided design in mechanical engineering. 2021. No. 10. P. 27-32.
18. Shevtsov Yu.D. Research, evaluation and selection of parameters of the technical condition of engines during their control and forecasting / Yu.D. Shevtsov, V.A. Atroschenko, L.N. Dudnik, D.A. Gorokhov, E.S. Fedotov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. No. 104. P. 1057-1076.

19. Fedotov E.S. The influence of the degree of contamination of the oil filter on the parameters of the lubrication system / E.S. Fedotov, Y.D. Shevtsov, P.A. Polyakov, R.S. Tagiev, F.A. Dzyuba // Mechanics, equipment, materials and technologies: materials of the international scientific and practical conference Krasnodar: KubSTU, 2019. P. 784-792.
20. Shevtsov, Yu.D. Prevention of emergency situations on the internal combustion engine by controlling the parameters of its operation / Yu.D. Shevtsov, Yu.A. Kabankov, E.S. Fedotov, A.B. Fursina // VI International Scientific and Practical Conference of young scientists dedicated to the 55th anniversary of Yuri Gagarin's flight into space. Krasnodar: KVVAUL named after A.K. Serov. 2016. P. 234-237.

Сведения об авторах:

Information about authors:

<p>Федотов Евгений Сергеевич – старший преподаватель, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, avtoru2009@mail.ru</p>	<p>Fedotov Evgeny Sergeevich – senior lecturer, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, avtoru2009@mail.ru</p>
---	--

Получена 30.09.2021