

DOI: 10.34220/2311-8873-2026-83-90



УДК 665.76: 543.06

UDC 665.76: 543.06

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
МОТОРНОГО МАСЛА,  
ПРИМЕНЯЕМОГО В СИЛОВЫХ  
АГРЕГАТАХ ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**STUDY OF THE PERFORMANCE  
CAPABILITY OF MOTOR OIL USED  
IN POWER UNITS OF TRANSPORT-  
TECHNOLOGICAL MACHINES**

**Барыкин Алексей Юрьевич,**

к.т.н., доцент кафедры автомобилей, ФГАОУ ВО «Набережночелнинский (институт) филиал КФУ», г. Набережные Челны, e-mail: [AJBarykin@kpfu.ru](mailto:AJBarykin@kpfu.ru)

**Barykin Alexey Yuryevich,**

candidate of technical sciences, associate professor of the department of automobiles, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, e-mail: [AJBarykin@kpfu.ru](mailto:AJBarykin@kpfu.ru)

✉<sup>1</sup> **Мухаметдинов Эдуард  
Мухаматзакиевич,**

к.т.н., доцент кафедры сервиса транспортных систем, ФГАОУ ВО «Набережночелнинский (институт) филиал КФУ», г. Набережные Челны, e-mail: [EMMuhametdinov@kpfu.ru](mailto:EMMuhametdinov@kpfu.ru)

✉<sup>1</sup> **Mukhametdinov Eduard  
Mukhamatzakievich,**

candidate of technical sciences, associate professor of the department of transport systems service, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, e-mail: [EMMuhametdinov@kpfu.ru](mailto:EMMuhametdinov@kpfu.ru)

**Нигметзянова Венера Марсовна,**

к.п.н., доцент кафедры автомобилей, ФГАОУ ВО «Набережночелнинский (институт) филиал КФУ», г. Набережные Челны, e-mail: [VMNigmatzyanova@kpfu.ru](mailto:VMNigmatzyanova@kpfu.ru)

**Nigmatzyanova Venera Marsovna,**

candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of automobiles, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, e-mail: [VMNigmatzyanova@kpfu.ru](mailto:VMNigmatzyanova@kpfu.ru)

**Россова Надежда Константиновна,**

студент 3 курса, ФГАОУ ВО «Набережночелнинский (институт) филиал КФУ», г. Набережные Челны, e-mail: [NaKRossova@kpfu.ru](mailto:NaKRossova@kpfu.ru)

**Belokurov Vladimir Petrovich,**

3rd year student, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, e-mail: [NaKRossova@kpfu.ru](mailto:NaKRossova@kpfu.ru)

**Горшков Александр Леонидович,**

студент 3 курса, ФГАОУ ВО «Набережночелнинский (институт) филиал КФУ», г. Набережные Челны, e-mail: [AILGorshkov@kpfu.ru](mailto:AILGorshkov@kpfu.ru)

**Gorshkov Alexander Leonidovich,**

3rd year student, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, e-mail: [AILGorshkov@kpfu.ru](mailto:AILGorshkov@kpfu.ru)

**Аннотация.** В статье изучены вопросы обеспечения необходимого ресурса моторного масла, применяемого в двигателях транспортно-технологических машин. По данным анализа результатов дорожных испытаний

**Annotation.** The article examines the issues of ensuring the necessary resource of engine oil used in engines of transport and technological machines. Based on the analysis of the results of road tests, conclusions were drawn about the change in

сделаны выводы об изменении параметров свойств моторного масла в процессе эксплуатации. Установлена необходимость учёта условий эксплуатации и режимов нагружения двигателя на работоспособность моторного масла в заданных пределах.

**Ключевые слова:** ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА, СИЛОВОЙ АГРЕГАТ, МОТОРНОЕ МАСЛО, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ, КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО, ЩЕЛОЧНОЕ ЧИСЛО, ТОПЛИВО.

the parameters of the properties of engine oil during operation. It is established that it is necessary to take into account the operating conditions and loading modes of the engine for the performance of engine oil within the specified limits.

**Keywords:** TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINE, POWER UNIT, ENGINE OIL, KINEMATIC VISCOSITY, ACID NUMBER, BASE NUMBER, FUEL.

<sup>1</sup> Автор для ведения переписки

## 1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

Эффективная работа двигателя внутреннего сгорания в значительной степени зависит от условий смазывания пар трения и соответствия параметров применяемого моторного масла условиям нагружения деталей. Режим смазывания определяется типом и конструктивными особенностями применяемой системы смазки, параметрами теплового процесса двигателя и нагрузочными факторами, действующими на детали. В процессе циркуляции в системе и взаимодействия с парами трения моторное масло претерпевает изменение своего состава и ряда физико-химических свойств [1]. Оно подвержено как химическому воздействию различных веществ – продуктов горения топлива в условиях высоких температур и давления, так и механическому смешиванию с различными посторонними компонентами – топливом, охлаждающей жидкостью, продуктами износа деталей двигателя. По мере наработки происходит ухудшение смазочных свойств масла, приводящее к дополнительным потерям на трение в механизмах двигателя и ускорению износа деталей [2].

Интенсивность описанных процессов зависит от многих разнородных факторов [3], поэтому для достоверной оценки значимости влияния того или иного показателя необходимо рассматривать рабочий процесс моторного масла как основу естественно-технической системы, подуровнями которой являются механизмы двигателя, системы смазки и охлаждения, само моторное масло и окружающая среда. Связи данной системы должны быть изучены для выявления их весомости и получения количественных зависимостей, определяющих степень влияния на работоспособность в заданных пределах.

Одним из наиболее важных параметров моторного масла является его кинематическая вязкость, влияющая на рабочий процесс пар трения и зависящая от ряда факторов. Необходимо принимать во внимание интенсивность процессов изменения состава масла, причиной которых являются различные загрязнения, а также изменение химического и фракционного состава в процессе эксплуатации. Загрязнения масла вызваны попаданием топлива, воды, охлаждающей жидкости, продуктов горения (сажи, нагара) [4, 5]. Изменение состава масла объясняется его окислением под действием активных компонентов рабочей смеси двигателя и неравномерным испарением фракций, различных по плотности и другим свойствам.

Стабильность моторного масла определяется также динамикой значений важных контрольных параметров:

– щелочного числа, связанного с наличием и состоянием моющих и диспергирующих присадок;

– кислотного числа, указывающего на активность окислительных процессов и степень загрязнения продуктами горения.

Моторное масло, претерпевающее описанные изменения своего состава в процессе эксплуатации, в различной степени реагирует и на воздействие внешних факторов, прежде всего, на изменение рабочей температуры. Соответственно изменяются и условия смазки деталей, что может стать причиной отклонений от рациональных режимов работы. При этом оказывается определённое влияние на ход процессов горения топливно-воздушной смеси, что приводит к изменению состава отработанных газов [6]. Соответственно, может оказаться различным и влияние загрязнения моторного масла продуктами горения. В работах [7, 8] подтверждена важность обеспечения рационального диапазона температур моторного масла для нормальной работы двигателя в сложных условиях. Кроме того, изменение кинематической вязкости моторного масла влияет на его демпфирующую способность и может способствовать динамическому нагружению деталей двигателя и трансмиссии [9].

## 2 Материалы и методы

На основании анализа рабочего процесса смазочной системы двигателя предложена методика изучения динамики эксплуатационных свойств моторного масла в процессе работы. На первом этапе проводится оценка уровня изменений контрольных параметров масла при определённой рабочей температуре, устанавливаемой при нормальном рабочем состоянии механизмов и систем двигателя. Данное исследование проводится для наиболее характерных условий эксплуатации транспортно-технологических машин с целью выявления параметров, заметно отклоняющихся от рационального диапазона значений. На втором этапе рассматривается состояние моторного масла при эксплуатации в сложных условиях, например при воздействии низких температур и подвижности атмосферного воздуха на систему смазки и силовой агрегат в целом [10, 11].

В процессе изучения свойств моторного масла были проведены дорожные испытания следующих транспортно-технологических машин: экскаватора HITACHI ZX330LC-5G с двигателем Isuzu 6HK1 и фронтального погрузчика XCMG ZL50G с двигателем WEIHAI WD615.67G3-31A. Объектом исследования являлось всесезонное универсальное полусинтетическое моторное масло, соответствующее классам SAE 10W-40, API CI-4, ACEA E4/E7. Данное масло предназначено для высоконагруженных дизельных двигателей строительной и карьерной техники, работающей в тяжелых условиях эксплуатации. Испытываемые образцы машин применялись на строительных работах в осенне-зимний период в условиях умеренно континентального климата Республики Татарстан. Температура окружающего воздуха во время испытаний изменялась в диапазоне  $-24... +50$  °C. Пробы масла отбирались после заданной наработки двигателя (более 300 ч), с последующим техническим обслуживанием и заменой масла.

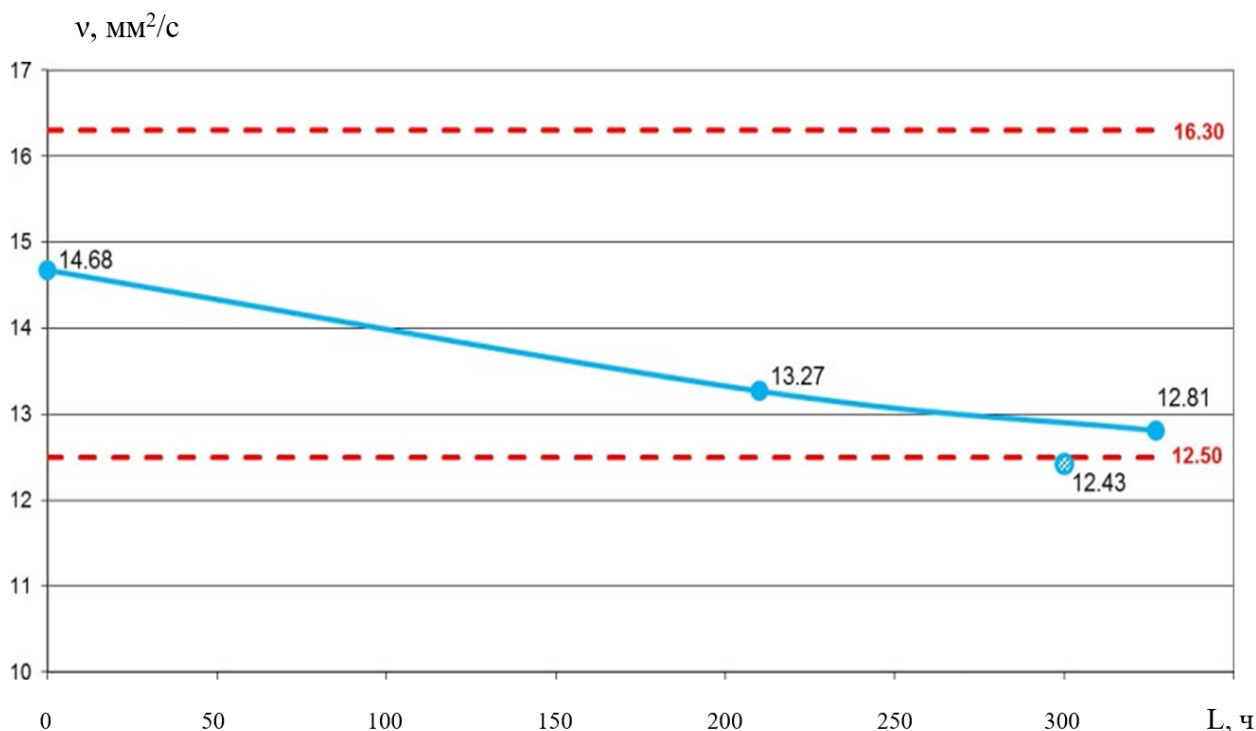
Оценка степени динамики кинематической вязкости моторного масла проводилась с учётом рекомендуемого диапазона значений для класса SAE 40 –  $12,5...16,3$  Н/мм<sup>2</sup> при рабочей температуре 100 °C.

## 3 Результаты исследований

На рис. 1 показана зависимость кинематической вязкости моторного масла от наработки двигателя гусеничного экскаватора HITACHI ZX330LC-5G (сплошная линия) и крайние значения рекомендуемого диапазона изменения вязкости (штриховые линии). Отдельной точкой показано значение кинематической вязкости моторного масла предыдущей заливки. Установлено снижение кинематической вязкости по мере наработки, не выходящее за пределы рекомендуемого диапазона.

На рис. 2 показана зависимость кинематической вязкости моторного масла от наработки двигателя фронтального погрузчика XCMG ZL50G (сплошная линия) и крайние значения рекомендуемого диапазона изменения вязкости (штриховые линии). Отдельной точкой также показано значение кинематической вязкости масла предыдущей заливки. Установлено снижение кинематической вязкости по мере наработки, которое приводит к отклонению от

рекомендуемого диапазона значений при наработке более 200 ч. Минимальное значение кинематической вязкости в исследуемом диапазоне составило 11,43 мм<sup>2</sup>/с, что соответствует показателям моторного масла класса SAE 30.

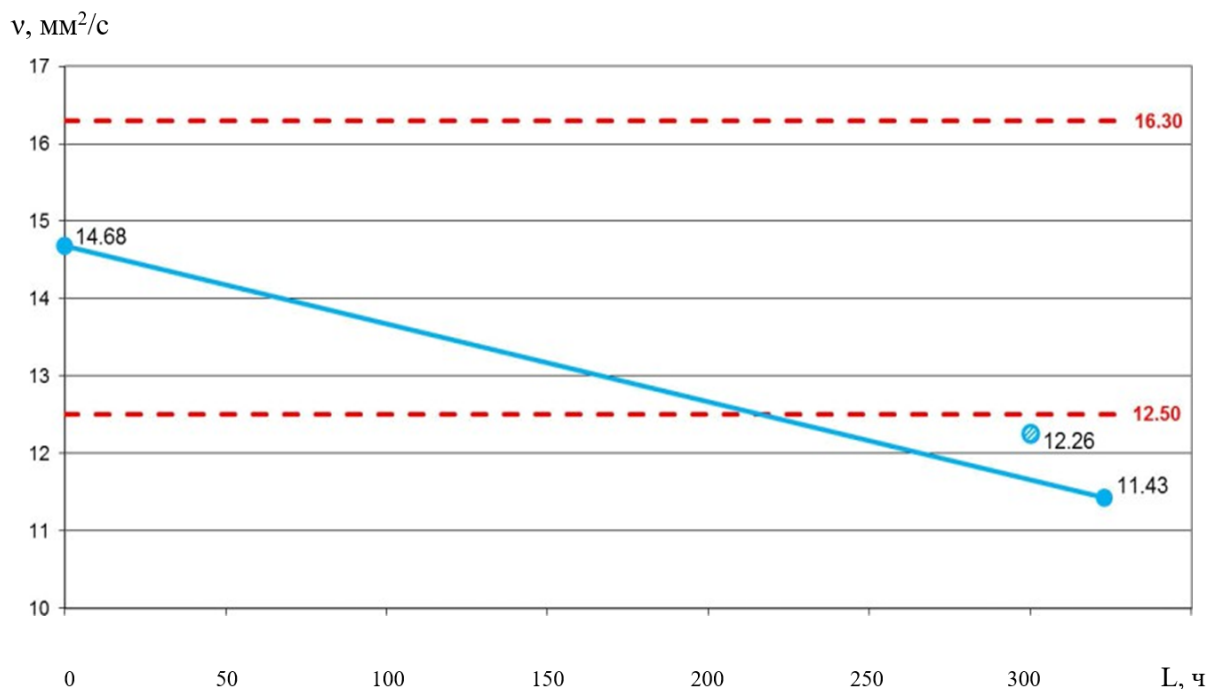


*сплошная линия* – кинематическая вязкость моторного масла от наработки двигателя;  
*штриховые линии* – крайние значения рекомендуемого диапазона изменения кинематической вязкости.

Рисунок 1 – Динамика кинематической вязкости моторного масла гусеничного экскаватора HITACHI ZX330LC-5G

Анализ состава моторного масла позволил установить причину несоответствия кинематической вязкости. Падение вязкости было вызвано загрязнением масла дизельным топливом в процессе эксплуатации, относительное содержание которого составило 0,9 % при наработке 323 ч и максимальном допустимом уровне загрязнения 1,5 %. Для моторного масла гусеничного экскаватора HITACHI ZX330LC-5G загрязнение масла дизельным топливом в процессе эксплуатации составило 0,5 % при наработке 327 ч.

В процессе испытаний проводился контроль значений щелочного и кислотного чисел. Определение щелочного числа проводилось по методу ASTM D 4739, который является наиболее подходящим для применяемого полнозольного моторного масла. Исследование показало стабильное снижение щелочного числа при наработке масла. При начальном значении щелочного числа свежего масла 11,24 мг КОН/г были получены величины 10,61 мг КОН/г при наработке 327 ч для гусеничного экскаватора HITACHI ZX330LC-5G и 9,29 мг КОН/г при наработке 323 ч для фронтального погрузчика XCMG ZL50G. Кислотное число при начальном значении для свежего масла 1,72 мг КОН/г возросло до 2,59 мг КОН/г при наработке 327 ч для гусеничного экскаватора HITACHI ZX330LC-5G и 2,40 мг КОН/г при наработке 323 ч для фронтального погрузчика XCMG ZL50G.



*сплошная линия* – кинематическая вязкость моторного масла от наработки двигателя;  
*штриховые линии* – крайние значения рекомендуемого диапазона изменения кинематической вязкости.

Рисунок 2 – Динамика кинематической вязкости моторного масла фронтального погрузчика XCMG ZL50G

По результатам исследования, исходя из заметного превышения значений щелочного числа над кислотным, можно сделать вывод о сохранении моющих и диспергирующих свойств моторного масла в межсервисный период. Изменение кислотного числа, указывающее на интенсивность химических процессов, происходило в приемлемом диапазоне значений и не достигало максимального уровня, который для данного типа масла составляет 4,22 мг КОН/г.

Эффективная защищенность двигателей от попадания внешних загрязнений является определяющим фактором интенсивности износа пар трения и скорости деградации масла.

В качестве предельных норм концентрации элементов загрязнений приняты:

- топливо – 1,5 % и выше;
- сажа – 1,4 % и выше;
- Si (кремний) – повышение относительно показателя свежего масла на 15 ppm и более;
- K (калий) – повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более;
- Na (натрий) – повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более.

В пробах подконтрольного масла из ДВС обеих задействованных в мониторинге машин в течение всего периода наблюдений не отмечено значительного накопления количества элементов загрязнений (Si, K, Na, топливо, сажа), их значения определены на минимальных уровнях с существенным запасом до браковочных пределов и приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Содержание элементов загрязнений

Место отбора	Наработка, км	Содержание элементов загрязнения, ppm		
		Si	K	Na
HITACHI ZL330LC- 5G	210	1	0	0
	327	2	2	2
XCMG ZL50G	300	5	0	0
	323	2	2	0
Предельно-допустимые значения показателей		17	20	20

В финальной пробе погрузчика содержание топлива составило 0,9 %. Значение показателя находится в диапазоне допустимых значений, однако такой уровень накопления оказал негативное влияние на вязкостные свойства масла. Рекомендация провести диагностику топливной системы ДВС транспортного средства.

В пробах подконтрольного масла проводился анализ содержания *Fe* (железо), *Cr* (хром), *Sn* (олово), *Al* (алюминий), *Cu* (медь) и *Pb* (свинец) приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Содержание металлов-маркеров износа

Место отбора	Наработка, км	Содержание металлов-маркеров износа, ppm					
		<i>Fe</i>	<i>Cr</i>	<i>Sn</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>
HITACHI ZL330LC-5G	210	2	0	1	0	0	0
	327	3	0	0	0	0	0
XCMG ZL50G	300	7	1	0	0	0	0
	323	9	0	0	0	0	1
Предельно-допустимые значения показателей		75	5	5	10	30	30

Во всех пробах подконтрольного масла определено очень низкое накопление металлов-маркеров износа. Фактические концентрации элементов *Cr* (хром), *Sn* (олово), *Al* (алюминий), *Cu* (медь) и *Pb* (свинец) находятся на уровне нулевых и около нулевых значений. Содержание *Fe* (железо) определено на минимальном уровне со значительным запасом до предельной границы зоны.

Объем моторного масла в системе смазки для исследуемых типов транспортно-технологических машин сохранялся в период наработки на необходимом уровне и долив масла не производился, что позволяет сделать вывод о нормальном техническом состоянии силовых агрегатов и не учитывать влияние угара масла.

#### 4 Обсуждение и заключение

Проведённое исследование динамики свойств моторного масла позволило установить ряд системных связей между параметрами физико-химических процессов, происходящих при наработке силового агрегата в пределах межсервисного интервала и в заданном диапазоне рабочих температур. Дальнейшая работа в предложенном направлении может быть посвящена изучению динамики свойств масел при эксплуатации в сложных дорожных и природно-климатических условиях, приводящих к нарушениям процесса смазки, ускоренному износу, угару масла.

По результатам выполненной научной работы можно сделать следующие выводы:

- кинематическая вязкость моторного масла в процессе эксплуатации меняется, причем уровень изменения может существенно зависеть от сторонних факторов, в частности, от уровня загрязнения топливом;
- эффективность моторного масла в межсервисный период зависит от интенсивности физико-химических процессов, которые следует контролировать по соотношению и динамике щелочного и кислотного чисел;
- отклонение от рациональных значений рабочих температур моторного масла, происходящее вследствие влияния внешних факторов, может оказать негативное влияние на эффективность работы смазочной системы.

Список литературы

- 1 Суховерхов, В. Д. Моторное масло для тяжелонагруженной дизельной техники / В. Д. Суховерхов, В. В. Юдина, З. С. Яворская. – Текст: непосредственный // Химия и технология топлив и масел. – 2008. – № 3 (547). – С. 26-28.
- 2 Кулаков, А. Т. Диагностирование двигателя по количественным и качественным параметрам масла / А. Т. Кулаков, Д. И. Нуретдинов, Ф. Л. Назаров. – Текст: непосредственный // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием им. В. В. Михайлова. – Вып. 33. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 78-82.
- 3 Назаров, Ф. Л. Резервы снижения затрат на эксплуатацию автомобиля / Ф. Л. Назаров, Р. Ф. Калимуллин. – Текст: непосредственный // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII Международной научно-практической конференции, 15-17 ноября 2023 г., Оренбург. – Оренбург: ОГУ, 2023. – С. 293-301.
- 4 Корнеев, С. В. Загрязнение моторных масел при зимней эксплуатации автомобилей / С. В. Корнеев, С. В. Пашукевич, В. Д. Бакулина, Н. Г. Певнев. – Текст: непосредственный // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19. – № 5(87). – С. 680-691.
- 5 Лаушкин, А. В. Количественная оценка попадания воды в моторное масло из атмосферного воздуха при эксплуатации автомобиля / А. В. Лаушкин, А. А. Хазиев. – Текст: непосредственный // Автотранспортное предприятие. – 2015. – № 7. – С. 40-42.
- 6 Фахруллин, И. Р. Исследование снижения вредных выбросов в условиях низких температур / И. Р. Фахруллин, А. А. Гафиятуллин, Д. И. Нуретдинов. – Текст: непосредственный // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием им. В. В. Михайлова. – Вып. 33. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 92-95.
- 7 Калимуллин, Р. Ф. Эффективность предпускового подогрева автомобильного двигателя / Р. Ф. Калимуллин. – Текст: непосредственный // Вестник Сибирской автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 1. – С. 11-17.
- 8 Курдин, П. Г. Современные проблемы эксплуатации автомобилей в условиях низких температур независимо от климатической зоны / П. Г. Курдин, Ю. К. Филипов, В. А. Токарев. – Текст: непосредственный // Энергосбережение. Наука и образование: сборник докладов Международной конференции. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2017. – С. 405-417.
- 9 Барыкин, А. Ю. Исследование влияния динамических нагрузок в механизмах силового агрегата на долговечность деталей трансмиссии / А. Ю. Барыкин, Э. М. Мухаметдинов, С. Г. Костин, С. А. Павлов. – Текст: непосредственный // Грузовик. – 2024. – № 5. – С. 21-24.
- 10 Павлов, С. А. Поддержание технического состояния механизмов дизельного двигателя при эксплуатации в зимнее время / С. А. Павлов, П. Г. Курдин. – Текст: непосредственный // Логистика и транспорт: факторы стратегического развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джамбулатова, 2024. – С. 45-48.
- 11 Барыкин, А. Ю. Применение автотранспортных средств в условиях экстремальных природных факторов / А. Ю. Барыкин, Р. Х. Тахавиев. – Текст: непосредственный // Проблемы формирования единого пространства экономического и социального развития стран СНГ (СНГ-2021): материалы ежегодной Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Том 1. Отв. редакторы О. М. Барбаков, Ю. А. Зобнин. – Тюмень: ТИУ, 2021. – С. 61-65.

References

- 1 Sukhoverkhov, V. D. Motor Oil for Heavy-Duty Diesel Equipment / V. D. Sukhoverkhov, V. V. Yudina, Z. S. Yavorskaya. – Text: direct // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2008. – No. 3 (547). – Pp. 26-28.
- 2 Kulakov, A. T. Engine Diagnostics Based on Quantitative and Qualitative Oil Parameters / A. T. Kulakov, D. I. Nuretdinov, F. L. Nazarov. – Text: direct // Problems of Efficiency and Operation of Automotive and Tractor Equipment: Proceedings of the National Scientific and Technical Conference with International Participation named after V. V. Mikhailov. – Issue 33. – Saratov: Amirit, 2020. – Pp. 78-82.
- 3 Nazarov, F. L. Reserves for reducing vehicle operating costs / F. L. Nazarov, R. F. Kalimullin. – Text: direct // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVIII International scientific and practical conference, November 15-17, 2023, Orenburg. – Orenburg: OSU, 2023. – Pp. 293-301.

4 Korneev, S. V. Contamination of motor oils during winter operation of cars / S. V. Korneev, S. V. Pashukevich, V. D. Bakulina, N. G. Pevnev. - Text: direct // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. - 2022. - Vol. 19. - No. 5 (87). - Pp. 680-691.

5 Laushkin, A. V. Quantitative assessment of water ingress into engine oil from atmospheric air during vehicle operation / A. V. Laushkin, A. A. Khaziev. - Text: direct // Motor transport enterprise. - 2015. - No. 7. - Pp. 40-42.

6 Fakhrullin, I. R. Study of reducing harmful emissions at low temperatures / I. R. Fakhrullin, A. A. Gafiyatullin, D. I. Nuretdinov. - Text: direct // Problems of efficiency and operation of automotive and tractor equipment: Proceedings of the National Scientific and Technical Conference with international participation named after V. V. Mikhailov. - Issue. 33. - Saratov: Amirit, 2020. - Pp. 92-95.

7 Kalimullin, R. F. Efficiency of pre-start heating of an automobile engine / R. F. Kalimullin. - Text: direct // Bulletin of the Siberian Automobile and Road Academy. - 2015. - No. 1. - P. 11-17.

8 Kurdin, P. G. Modern problems of vehicle operation in low-temperature conditions regardless of the climatic zone / P. G. Kurdin, Yu. K. Filippov, V. A. Tokarev. - Text: direct // Energy Saving. Science and Education: Collection of Papers of the International Conference. - Naberezhnye Chelny: Publishing and Printing Center of the Naberezhnye Chelny Institute of K(P)FU, 2017. - Pp. 405-417.

9 Barykin, A. Yu. Study of the influence of dynamic loads in powertrain mechanisms on the durability of transmission components / A. Yu. Barykin, E. M. Mukhametdinov, S. G. Kostin, S. A. Pavlov. - Text: direct // Truck. - 2024. - No. 5. - Pp. 21-24.

10 Pavlov, S. A. Maintaining the technical condition of diesel engine mechanisms during operation in winter / S. A. Pavlov, P. G. Kurdin. - Text: direct // Logistics and transport: factors of strategic development of the region: materials of the International scientific and practical conference. - Makhachkala: Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov, 2024. - Pp. 45-48.

11 Barykin, A. Yu. Use of motor vehicles in conditions of extreme natural factors / A. Yu. Barykin, R. Kh. Takhaviyev. - Text: direct // Problems of forming a single space for economic and social development of the CIS countries (CIS-2021): materials of the annual International scientific and practical conference. In 2 volumes. Volume 1. Editors-in-chief O. M. Barbakov, Yu. A. Zobnin. - Tyumen: TIU, 2021. - P. 61-65.

© Барыкин А. Ю., Мухаметдинов Э. М., Нигметзянова В. М.,  
Россова Н. К., Горшков А. Л., 2026