

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
Высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра Транспорт

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«_____» _____ 2021 г.

НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИССЕРТАЦИЯ)

«Повышение эффективности эксплуатации транспортных средств путем мониторинга их технических параметров, скоростных и нагрузочных режимов движения»

23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта»

05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Научный
руководитель

д-р. техн. наук, проф.
И.М. Блянкинштейн

Выпускник

И.М. Колесников

Красноярск 2021

Колесников Игорь Михайлович

АННОТАЦИЯ

Научно-квалификационной работы (диссертации)

**«Повышение эффективности эксплуатации транспортных средств
путем мониторинга их технических параметров, скоростных и
нагрузочных режимов движения»**

23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта»

05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта

Актуальность темы исследования. Современное автотранспортное средство является сложной технической системой, исправная работа которой зависит от множества факторов, как внешних, так и внутренних. Учет воздействия этих факторов на автомобиль как сложную систему с использованием систем мониторинга позволит производить прогноз по необходимому своевременному техническому обслуживанию, а значит поможет повысить эффективность технической эксплуатации парка автотранспортных средств.

Благодаря развитию электроники, на сегодняшний день каждый автомобиль оснащается электронным блоком управления, в котором заложены средства, позволяющие производить считывание и передачу информации (мониторинг) на внешние устройства. Так же постоянно появляются новые устройства для мониторинга скоростных, нагрузочных, технических и других параметров, преследующие различные цели и имеющие разные возможности в области получения информации от удаленного объекта контроля. Использование потенциала таких систем в сфере учета технических параметров, характеризующих скоростные и нагрузочные режимы движения, позволяют производить более точный учет технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта.

В ГОСТ 27.002, определяющем терминологический аппарат надежности машин как базовой дисциплины технической эксплуатации автомобилей, наработкой называется продолжительность работы изделия, измеряемая в километрах пробега, часах работы ... или других единицах. Однако на практике для учета наработки нашли применение только эти два показателя: тыс. км пробега для транспортных средств или моточасы для технологических машин.

Принятая на сегодняшний день двухступенчатая система профилактики формируется либо на основе данных завода-изготовителя автомобильного транспорта, либо на основе отраслевых стандартов (ОНТП-01-91),

обобщающих периодичности и коэффициенты эксплуатации для разных типов и марок автомобилей, а также на основе сбора статистики по наработке, используя параметр пробега и моточасов, и построения на основе этой статистики периодичности технического обслуживания. Все перечисленные способы имеют в той или иной степени недостатки, но основной их недостаток кроется в том, что они не учитывают скоростные и нагрузочные режимы работы конкретного автомобиля, не учитывают ни механическую, ни транспортную работу, сделанную автомобилем, то есть являются весьма обобщенными и абстрактными методами определения периодичности технического обслуживания. Вследствие этого может существенно искажаться информация о необходимости технического обслуживания, что может привести к перерасходам материальных средств, опасным ситуациям при дорожном движении, снизить качество перевозок пассажиров и грузов.

В связи с этим, разработка метода учета наработки и корректировки периодичности технического обслуживания на основе использовании систем мониторинга технических, скоростных и нагрузочных параметров для определения фактически сделанной работы автомобилем является актуальной.

Объектом диссертационного исследования является система ТОиР подвижного состава автомобильного транспорта.

Предметом диссертационного исследования являются периодичность технического обслуживания подвижного состава автомобильного транспорта, корректируемая на основе данных мониторинга технических параметров, скоростных и нагрузочных режимов движения автомобиля.

Рабочей гипотезой, полученной при решении сформулированной проблемы, является предположение о том, что эффективность технической эксплуатации транспортных средств можно существенно повысить путем мониторинга и учета фактически сделанной механической и транспортной работы, полученной посредством контроля технических, скоростных и нагрузочных параметров движения.

Целью исследования является повышение эффективности технической эксплуатации колесных транспортных средств путем разработки метода корректировки периодичности технического обслуживания на основе мониторинга их технических параметров, скоростных и нагрузочных режимов движения.

Достижение поставленной цели связано с реализацией следующих **задач**:

1) Обоснование структуры и параметров использования систем мониторинга скоростных и нагрузочных режимов движения при эксплуатации автомобилей.

2) Поиск и обоснование нового показателя наработки автомобилей, учитывающего скоростные и нагрузочные режимы движения и их энергонагруженность в различных условиях эксплуатации.

3) Разработка методики корректирования периодичности ТО на основе учета энергонагруженности автомобилей в различных условиях эксплуатации.

4) Апробация методики корректирования периодичности ТО на основе учета энергонагруженности автомобилей.

Научная новизна диссертационного исследования

Научная новизна:

- метод регистрации и отображения скоростных и нагрузочных параметров двигателя, получаемых от системы мониторинга, в виде матриц переходных вероятностей, отображающих закономерности формирования режимов двигателя;

- метод оценки наработки двигателя и автомобиля величиной фактически реализованной механической работы в кДж;

- метод оценки степени энергонагруженности двигателя и автомобиля в условиях эксплуатации по величине удельной механической работы в кДж/км и кДж/час;

- методика корректирования периодичности ТО по объему фактически реализованной механической работы в кДж.

Практическая значимость

Практическая значимость заключается в разработке регламента планирования графика ТО автомобилей в автопредприятии на основе учета энергонагруженности двигателя и автомобиля в условиях эксплуатации по величине величиной удельной механической работы в кДж/км и кДж/час.

Методы исследования

В исследовании применялись следующие методы: системный подход, корреляционный и дисперсионный анализ, имитационное моделирование, теория надежности, теория вероятностей и математической статистики.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Регистрация и отображение скоростных и нагрузочных режимов работы двигателя с использованием матриц переходных вероятностей позволяет повысить информативность, полноту и учет индивидуальных особенностей параметров двигателя и автомобиля, формируемых условиями эксплуатации.

2. Использование прямого показателя – величины фактически реализованной механической работы в кДж позволяет более достоверно, в сравнении с пробегом в тыс. км и временем работы в моточасах, оценивать наработку двигателя и автомобиля для целей планирования ТОиР.

3. Методика корректирования периодичности ТОиР автомобилей по параметру энергонагруженности автомобиля позволяет оптимизировать режимы технического обслуживания и повысить эффективность эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования заключается в формировании учетного параметра оценки наработки по механической работе (энергонагруженности) автомобиля, а также метода корректировки оптимальной периодичности ТОиР.

Апробация результатов исследования и список публикаций

Список публикаций по направлению исследований, входящих в ВАК:

1. Колесников И.М. К вопросу определения фактической наработки двигателей внутреннего сгорания / Игорь Михайлович Колесников, Сергей Владимирович Мальчиков, Михаил Александрович Сватков, Игорь Михайлович Блянкинштейн // «Интеллект. Инновации. Инвестиции»: Оренбург, №2, 2018. – с. 84-89.

2. Блянкинштейн И.М. Анализ энергонагруженности двигателей колесных транспортных средств на различных режимах эксплуатации. / И.М. Блянкинштейн, И.М. Колесников, С.В. Мальчиков // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: материалы 110-й Междунар. научн.-техн. конф. ТОМ I (Иркутск, 2–4 июня 2021 г.). – Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2021. – с. 87-95.

Список публикаций по направлению исследований, входящих в Scopus:

1. Kolesnikov I. M., Malchikov S. V., Blyankinshtein I. M. (2020). On some forms of registration and display of modes of operation of vehicles Journal of Physics: Conference Series. Journal of Physics: Conference Series, 1679, 042024. doi:10.1088/1742-6596/1679/4/042024

2. Blyankinshtein I. M., Kolesnikov I. M., Malchikov S. V. (2021) Improving availability of the mechanisms under harsh conditions of Arctic based on the monitoring their energy load: International Conference on Arctic transport accessibility: network sand systems, ATA-2021, 2-4 june 2021, 10p.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Таким образом, в ходе выполнения литературного анализа, выявлено что на данный момент учет наработки подвижного состава автомобильного транспорта производится с помощью таких критериев как наработка в тыс. км (для автомобильного транспорта) и в моточасах (для машин). Установлено, что учет наработки по вышеуказанным критериям не учитывает в полной мере скоростных и нагрузочных характеристик силового агрегата, а значит не позволяет в точной мере определить ресурс до технического обслуживания подвижного состава автомобильного транспорта.

1. Для получения информации о техническом состоянии в эксплуатации предложено использовать специальный инструментарий с программным обеспечением, позволяющим производить мониторинг нагрузочных параметров, скоростных и нагрузочных режимов движения. Впервые предложено регистрировать и отображать скоростные и нагрузочные параметры работы двигателя в виде матриц переходных вероятностей, применяемых для моделирования дискретных Марковских процессов.

2. Предложена методика оценивания наработки двигателя и автомобиля величиной фактически реализованной механической работы (кДж), учитывающей скоростные и нагрузочные режимы движения.

3. Предложена методика оценки степени энергонагруженности двигателя и автомобиля в условиях эксплуатации по величине удельной механической работы в кДж/км и кДж/час, характеризующей энергонагруженность автомобиля за определенный период эксплуатации. Показана разница произведенной наработки по выполненной механической работе в зависимости от условий эксплуатации (город, магистраль), за одинаковый интервал наработки по пробегу и времени.

4. Предложена методика корректирования периодичности ТОиР автомобилей по параметру энергонагруженности автомобиля на основе технико-экономического метода определения оптимальных интервалов ТОиР.

Данная методика отражает необходимость изменения периодичности ТОиР в зависимости от энергонагруженности двигателя, а ее внедрение позволяет оптимизировать режимы технического обслуживания и повысить эффективность эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blyankinshtein I. M., Kolesnikov I. M., Malchikov S. V. (2021) Improving availability of the mechanisms under harsh conditions of Arctic based on the monitoring their energy load: International Conference on Arctic transport accessibility: network sand systems, ATA-2021, 2-4 june 2021, 10p.
2. Kolesnikov I M, Malchikov S V and Blyankinshtein I M 2020 On some forms of registration and display of modes of operation of vehicles Journal of Physics: Conference Series 1679(4) 042024.
3. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей / Ф.Н Аводькин. - М: Транспорт, 1977. - 288 с.
4. Азимов Б.А. Исследования восстановления работоспособности двигателей ЗМЗ-53 / Б.А. Азимов, И.Б. Гурвич, В.И. Чумак, Автомобильная промышленность, N10, 1968. с. 8-9.5
5. Апсин В.П. Совершенствование организации текущего ремонта в автотранспортных предприятиях / В.П. Апсин, М.М. Мадибрагимов, Душанбе: Ирфон, 1985. – 160 с.
6. Бедняк М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / М.Н. Бедняк – Киев: Высшая школа, 1983. – 131с.
7. Блянкинштейн И.М. Анализ энергонагруженности двигателей колесных транспортных средств на различных режимах эксплуатации. / И.М. Блянкинштейн, И.М. Колесников, С.В. Мальчиков // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: материалы 110-й Междунар. научн.-техн. конф. ТОМ I (Иркутск, 2–4 июня 2021 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2021. – с. 87-95.
8. Блянкинштейн И.М. Повышение топливной экономичности автомобилей КамАЗ за счет разработки и внедрения в эксплуатацию советующего прибора водителя: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.22.10 / Блянкинштейн Игорь Михайлович. – ЛИСИ: Ленинград, 1987. – 253 с.
9. Болбас М.М. Основы технической эксплуатации автомобилей / М.М. Болбас. - Минск: Амалфея, 2001. – 352с.
10. Борисенко А.Н. Повышение эффективности использования автомобилей КамАЗ путем оптимизации режимов вождения: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.22.10 / Борисенко Александр Николаевич. – ЛИСИ: Ленинград, 1984. – 232с.
11. Булгаков Н.Ф. Статистические модели оптимизации и управления эксплуатационной надежностью автотранспортных средств: дис. на соиск. научн. степ. д-ра техн. наук: 05.13.14 / Булгаков Николай Федорович. – Красноярск, 2000. – 293 с.
12. Власов Ю.А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего

- масла: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.22.13 / Власов Юрий Алексеевич – ТГАСУ: Томск, 2015. – 367 с.
13. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей. - М.: Транспорт, 1970. - 256 с.
 14. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения. Дата введения. – М.: Стандартиформ, 2015. - 28 с.
 15. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей. / И.Б. Гурвич, П.Э. Сыркин. - М.: Транспорт, 1984. - 141 с.
 16. Денисов А. С. Основы работоспособности технических систем. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т. 2014. - 312 с.
 17. Дунаев А.В. Разработка методов контроля и управления техническим состоянием самоходных машин в агропромышленном комплексе: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.20.03 / Дунаев Анатолий Васильевич – ФГБНУ ГОСНИТИ: М, 2016. – 397 с.
 18. Ждановский Н.С. Диагностика автотракторных двигателей / Н.С. Ждановский, В.А. Аллилуев, А.В. Николаенко и др. - Л.: Колос, 1977. - 264 с.
 19. Колесников И.М. К вопросу определения фактической наработки двигателей внутреннего сгорания / Игорь Михайлович Колесников, Сергей Владимирович Мальчиков, Михаил Александрович Сватков, Игорь Михайлович Блянкинштейн // «Интеллект. Инновации. Инвестиции»: Оренбург, №2, 2018. – с. 84-89.
 20. Котиков Ю.Г. Информационно-технологические аспекты марковского представления дороги при моделировании движения автомобиля / Ю.Г. Котиков, И.М. Блянкинштейн. Рук. Деп. в ЦБНТИ Минавтодор РСФСР № 47 – с. 9.
 21. Кох П.И. Климат и надежность машин / П.И. Кох, М.: Машиностроение, 1981. – 175 с.
 22. Крагельский И.В. Основы расчета на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.
 23. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / под ред. Г.В. Крамаренко, 2-е изд. Перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
 24. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, Болдин А.П. и др. 4-е изд. Перераб. И доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
 25. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: учебное пособие / Е.С. Кузнецов, М.: МАДИ (ТУ), 1999. – 202 с.
 26. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е.С. Кузнецов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.
 27. Лукинский В.С. Прогнозирование надежности автомобилей / В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. - Ленинград: Политехника, 1991. – 238 с.
 28. Маслов Н. Н. Эффективность и качество ремонта автомобилей. - М.: Транспорт, 1981. - 304 с.

- 29.Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях/ Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. - М.: Транспорт, 1977. - 263 с.
- 30.Олейников А.В. Управление системой профилактики на транспорте: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.13.01 / Олейников Антон Владимирович. – КГТУ: Красноярск, 2006. – 178 с.
- 31.Федотов А.И. Диагностика автомобиля: учебник для вузов. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – 468 с.
- 32.Цинцадзе Г.В. Определение показателей процесса восстановления при комбинированной стратегии замен деталей машин / Г.В. Цинцадзе, А.М. Шейнин, Ф.Ю. Керимов – М.: Труды МАДИ, 1978, вып. 152.
- 33.Шейнин А.М. Эксплуатационная надежность автомобилей: Методическое пособие для слушателей факультета повышения квалификации руководящих работников и преподавателей ВУЗОВ / А.М. Шейнин - М: МАДИ, 1973. -148с.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра Транспорт

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«__» _____ 2021 г.

НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИССЕРТАЦИЯ)
**«Повышение эффективности эксплуатации транспортных средств путем
мониторинга их технических параметров, скоростных и нагрузочных
режимов движения»**

23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта»

05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Научный
руководитель

18.06.2021 

д-р. техн. наук, проф.
И.М. Блянкинштейн

Выпускник

18.06.2021 

И.М. Колесников

Красноярск 2021