

УДК 629.113.003

Лянденбургский Владимир Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза¹
Доцент, кандидат технических наук
E-Mail: lvv789@yandex.ru

Грачев Александр Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза
Студент
E-Mail: dekauto@pguas.ru

Рыбакова Людмила Алексеевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза
Студент
E-Mail: dekauto@pguas.ru

Морфологический анализ методов определения периодичности технического обслуживания автомобилей

Аннотация. При назначении оптимальной периодичности технического обслуживания может использоваться индивидуальный или групповой подход. Индивидуальный подход применяется при определении периодичности обслуживания наиболее ответственных узлов, агрегатов и механизмов автомобиля, а также в тех случаях, когда агрегат, узел или механизм подвержены в основном только одному повреждению.

Полученные оптимальные периодичности по каждому элементу конструкции автомобиля имеют различные значения, поэтому для упрощения организации технического обслуживания они группируются в отдельные ступени.

Морфологический анализ наиболее известных методов определения периодичности технического обслуживания автомобилей (по допустимому уровню безотказности, по допустимому значению параметра, технико-экономический, экономико-вероятностный, статистических испытаний, динамичный) позволил выявить сочетания с помощью которых, возможна, наиболее эффективная техническая эксплуатация автомобилей с различной производственно-технической базой и формами собственности. Исходя из анализа методов определения периодичности технического обслуживания установлено, что предупреждение отказов более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт. Для современного автомобиля наиболее целесообразна система с двумя-тремя видами технического обслуживания. В перспективе возможна реализация индивидуальной группировки технического обслуживания для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: эксплуатация; автомобиль; периодичность; техническое обслуживание автомобилей; морфологический анализ.

Идентификационный номер статьи в журнале 02TVN314

¹ 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28,

Среди разработанных стратегий технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобильной техники наибольшее практическое распространение получили стратегия «ожидание ремонта» и профилактическая стратегия. Последняя имеет два основных метода реализации: по наработке планируется воздействие, либо контроль параметра технического состояния. Для каждого элемента автомобиля на практике делается выбор одной среди возможных стратегий [1, 3].

При назначении оптимальной периодичности ТО может использоваться индивидуальный или групповой подход. Индивидуальный подход применяется при определении периодичности обслуживания наиболее ответственных узлов, агрегатов и механизмов автомобиля, а также в тех случаях, когда агрегат, узел или механизм подвержены в основном только одному повреждению [6-12].

По каждому элементу конструкции автомобиля полученные оптимальные периодичности имеют различные значения, поэтому для упрощения организации ТО они группируются в отдельные ступени. К определению периодичности ТО существует два подхода [1]:

1. периодичность проведения ТО считается заданной;
2. периодичность проведения ТО заранее не задана.

Первый подход является наиболее приемлемым для практического использования. Периодичность проведения ТО может определяться исходя из ежегодного пробега автомобиля, что принято при обслуживании современных легковых автомобилей; при эксплуатации разномарочного подвижного состава в одном предприятии с организационной точки зрения более удобно установить единую периодичность ТО, и, наконец, периодичность ступеней ТО может нормироваться в нормативно-технической документации [1, 3-5].

Известны шесть методов определения периодичности ТО:

- по допустимому уровню безотказности;
- по допустимому значению параметра;
- технико-экономический;
- экономико-вероятностный;
- статистических испытаний;
- динамичный.

Анализ методов определения периодичности ТО показывает, что при объединении методов (табл.1) и последовательном взаимодействии на объект обслуживания происходит увеличение вероятности проведения видов технического обслуживания с более близкими периодичностями к оптимальным [7-9].

1-1. По допустимому уровню безотказности. Метод рассчитан на такую рациональную периодичность, при которой вероятность отказа элемента не превышает заранее заданной величины, называемой риском [1].

2-2. По допустимому значению параметра. Изменение определенного параметра технического состояния для каждой из группы автомобилей происходит по-разному. Однако в среднем для группы автомобилей изменение каждого параметра характеризуется кривой, по которой, а также по допустимому значению параметра определяют среднюю наработку, тогда в среднем все изделия достигают допустимого значения параметра технического состояния.

3-3. Техничко-экономический метод связан с определением суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией. Минимум затрат соответствует оптимальной периодичности ТО.

4-4. Экономико-вероятностный метод учитывает экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

5-5. Метод статистических испытаний основан на моделировании реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, сократить стоимость экспериментов и ускорить испытания. Моделирование можно проводить на электронно-вычислительной машине (ЭВМ) или вручную. Исходными данными для моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин.

6-6. Динамичный метод. Определение периодичности производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системой, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля.

1-2, 2-1. Безотказность по допустимому значению параметра. Метод возможен при незначительных экономических последствиях отказа.

1-3, 3-1. По допустимому уровню затрат. Метод основан на учете экономических последствий принимаемых решений. Метод применим для определения оптимальной периодичности работ, влияющих на безопасность движения, если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями.

Таблица 1

Методы определения периодичности ТО

Методы	По допустимому уровню безотказности 1	По допустимому значению параметра 2	Технико-экономический 3	Экономико-вероятностный 4	Статистических испытаний 5	Динамичный 6
По допустимому уровню безотказности 1	По допустимому уровню безотказности	Безотказность по допустимому значению параметра	По допустимому уровню затрат	Экономико-вероятностная безотказность	Моделирование по допустимому уровню безотказности	Динамичный по допустимому уровню безотказности
Допустимое значение параметра 2	Безотказность по допустимому значению параметра	По допустимому значению параметра	Минимизации по допустимому значению параметра	Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра	Имитация по допустимому значению параметра	Динамичный по допустимому значению параметра
Технико-экономический 3	По допустимому уровню затрат	Минимизация по допустимому значению параметра	Технико-экономический	Вероятностно-экономический	Экономико-статистический	Экономико-динамичный
Экономико-вероятностный 4	Экономико-вероятностная безотказность	Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра	Вероятностно-экономический	Экономико-вероятностный	Статистико-вероятностный	Вероятностно-динамичный
Статистических испытаний 5	Моделирование по допустимому уровню безотказности	Имитация по допустимому значению параметра	Экономико-статистический	Статистико-вероятностный	Статистических испытаний	Статистико-динамичный
Динамичный 6	Динамичный по допустимому уровню безотказности	Динамичный по допустимому значению параметра	Экономико-динамичный	Вероятностно-динамичный	Статистико-динамичный	Динамичный

1-4, 4-1. Экономико-вероятностная безотказность. Использование этого метода позволит более полно использовать потенциальный ресурс изделия. Учет экономических и вероятностных факторов и позволит сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля при выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа элемента не превышает заранее заданной величины и называется риском. Использование этого метода позволит более полно использовать потенциальный ресурс элементов автомобиля.

1-5, 5-1. Моделирование по допустимому уровню безотказности. Метод основан на имитации реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, ускорить испытания и сократить стоимость проведения обслуживания. Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для

моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин при определении оптимальной периодичности ТО.

1-6, 6-1. Динамичный по допустимому уровню безотказности. Основан на автоматическом определении реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, сократить стоимость проведения операций. Определение периодичности производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем или пульте диспетчера, инженера.

2-3, 3-2. Минимизация по допустимому значению параметра. Метод позволяющий вести учет экономических последствий принимаемых решений. Он связан с определением суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией. Минимум затрат соответствует оптимальной периодичности.

2-4, 4-2. Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра. Предназначен для группы автомобилей тенденция изменения каждого параметра характеризуется кривой, по которой, а также по допустимому значению параметра определяют среднюю наработку, тогда в среднем вся совокупность изделий достигает допустимого значения параметра технического состояния учитывая экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

2-5, 5-2. Имитация по допустимому значению параметра. Основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, ускорить испытания и сократить стоимость обслуживания. Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для моделирования служат, как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин. При определении оптимальной периодичности ТО используется допустимое значение параметра.

2-6, 6-2. Динамичный по допустимому значению параметра. Основан на моделировании реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, сократить стоимость проведения группы операций. Определения периодичности производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем или пульте диспетчера, инженера. Метод применяется, когда объекты обслуживания близкие к оптимальным периодичностям при этом используются элементы прогнозирования в блоке управления автомобилем

3-4, 4-3. Вероятностно-экономический. Определение суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией, учитывая экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

3-5, 5-3. Экономико-статистический. Выявление суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией при моделировании реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов и сократить стоимость проведения профилактических работ.

4-5, 5-4. Статистико-вероятностный. Учитывает экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость проведения обслуживания.

3-6, 6-3. Экономико-динамичный. Определение периодичности ТО производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системой, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля и групповая периодичность соответствует минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля.

4-6, 6-4. Вероятностно-динамичный. Метод позволяет определить целесообразность выполнения рассматриваемой операции с не оптимальной периодичностью, а с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системой, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля

5-6, 6-5. Статистико-динамичный. Метод с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системой основанной на имитации реальных случайных процессов ТО. Учитывает вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля на моделировании реальных случайных процессов ТО и динамичном обслуживании автомобилей, что дает возможность резко сократить стоимость эксплуатации автомобилей.

Исходя из анализа полученных методов определения периодичности ТО установлено, что предупреждение отказов более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт. Для современного автомобиля наиболее целесообразна система с двумя-тремя видами ТО, так как при такой структуре системы удельные затраты на ТО и ремонт с учетом организационных минимальны. Для предприятий с недостаточно организованным ТО в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступенчатая система ТО с последующим переходом к многоступенчатой системе. Применение ЭВМ при учете и планировании, подготовки производства позволяет по экономическим критериям увеличить число видов ТО автомобиля, т.е. приблизиться к оптимальным периодичностям ТО отдельных операций. В перспективе возможна реализация индивидуальной группировки ТО для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

Основой такого индивидуального варианта системы будет служить: повышение надежности автомобилей и соответствующее увеличение периодичностей ТО; контроль за возрастной структурой парка; совершенствование системы учета и анализа надежности, затрат, доходов и расходов автомобилей; встроенная система учета работы и диагностирования технического состояния автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2003. – 413 с.
2. Обшивалкин М.Ю. Исследование влияния затрат грузовых автомобилей с наработкой / Обшивалкин М.Ю., Паули Н.В. Родионов Ю.В. // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3. С. 14-20.
3. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей / Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В., Кривобок С.А. // Мир транспорта и технологических машин. –2011. – № 4. – С. 3-9.
4. Лянденбургский В.В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей / Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В. // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 1. – С. 51-56.
3. Лянденбургский В.В., Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 1. – С. 51-56.
4. Лянденбургский В.В. Анализ неисправностей топливных систем дизельных автомобилей. / Кривобок С.А., Лянденбургский В.В., Тарасов А.А., Федосков А.В. // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3. – С. 3-11.
5. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 4. – С. 3-9.
6. Лянденбургский В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. 2012. № 11. – С. 45-48.
7. Лянденбургский В.В. Совершенствование процесса диагностирования топливной системы дизельного двигателя / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, Е.В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 3. – С. 57-61.
8. Лянденбургский В.В. Виртуальное диагностирование топливной системы дизельного двигателя / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, Ю.В. Родионов, Е.В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 4 (39). – С. 3-8.
9. Лянденбургский В.В. Морфологический анализ методов поиска неисправностей транспортных средств / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок, П.А. Мнекин // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4 (13). – С. 84.
10. Лянденбургский В.В. Программа поиска неисправностей дизельных двигателей. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. 2012. № 8. – С. 28-33.
11. Лянденбургский В.В. Вероятностный подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, А.И. Тарасов, И.Е. Долганов // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 1 (21). – С. 57-60.

12. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов – Пенза, ПГУАС 2013. 220 с.

Рецензент: Жесткова Светлана Анатольевна, преподаватель, к.т.н, Россия, г. Пенза, ФГБОУ Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кафедра «Организация и безопасность движения».

Vladimir Ljandenbursky

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: lvv789@yandex.ru

Alexander Grachev

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: dekauto@pguas.ru

Lyudmila Rybakov

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: dekauto@pguas.ru

Morphological analysis methods for determining the frequency of maintenance vehicles

Abstract. When assigning optimal maintenance intervals can be used individual or group approach. Individual approach is applied in determining the frequency of service most critical components, assemblies and mechanisms of the car, as well as in those cases where the aggregate node is a mechanism or exposed to essentially only one damaged.

The resulting optimal frequency for each element of the design of the car have different meanings, so to simplify the organization of maintenance they are grouped into separate stages.

Morphological analysis of the most known methods to determine the frequency of maintenance of vehicles (at an acceptable level of reliability, the permissible value of the parameter, feasibility, economic and probabilistic, statistical tests, dynamic) revealed a combination with which perhaps the most effective technical operation of vehicles with different technological base and forms of ownership. Based on the analysis of methods for determining maintenance intervals established that prevention of failures is more profitable than waiting for failure and subsequent repair. For a modern car is most useful system with two or three types of maintenance. In the future, can be implemented individually grouping maintenance for specific vehicles or groups working in similar conditions.

Keywords: operation; car; frequency; vehicle maintenance; morphological analysis.

Identification number of article 02TVN314

REFERENCES

1. Tehniceskaja jekspluacija avtomobilej / Pod red. d-ra tehn. nauk, prof. E.S. Kuznecova. – M.: Transport , 2003. – 413 s.
2. Obshivalkin M.Ju. Issledovanie vlijanija zatrat gruzovyh avtomobilej s narabotkoj / Obshivalkin M.Ju., Pauli N.V. Rodionov Ju.V. // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2011. № 3. S. 14-20.
3. Ljandenburskij V.V. Verojatnostno-logicheskij metod poiska neispravnostej avtomobilej / Ljandenburskij V.V., Tarasov A.I., Fedoskov A.V., Krivobok S.A. // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. –2011. – № 4. – S. 3-9.
4. Ljandenburskij V.V. Jeffektivnost' primenenija sistem diagnostirovanija i samoregulirovanija pri jekspluacii avtomobilej / Ljandenburskij V.V., Tarasov A.I., Fedoskov A.V. // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. – 2011. – № 1. – S. 51-56.
3. Ljandenburskij V.V., Jeffektivnost' primenenija sistem diagnostirovanija i samoregulirovanija pri jekspluacii avtomobilej. / V.V. Ljandenburskij, A.I. Tarasov, A.V. Fedoskov // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2011. № 1. – S. 51-56.
4. Ljandenburskij V.V. Analiz neispravnostej toplivnyh sistem dizel'nyh avtomobilej. / Krivobok S.A., Ljandenburskij V.V., Tarasov A.A., Fedoskov A.V. // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2011. № 3. – S. 3-11.
5. Ljandenburskij V.V. Verojatnostno-logicheskij metod poiska neispravnostej avtomobilej. / V.V. Ljandenburskij, A.I. Tarasov, A.V. Fedoskov, S.A. Krivobok // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2011. № 4. – S. 3-9.
6. Ljandenburskij V.V. Vstroennaja sistema diagnostirovanija avtomobilej s dizel'nym dvigatelem / V.V. Ljandenburskij, Ju.V. Rodionov, S.A. Krivobok // Avtotransportnoe predpriyatje. 2012. № 11. – S. 45-48.
7. Ljandenburskij V.V. Sovershenstvovanie processa diagnostirovanija toplivnoj sistemy dizel'nogo dvigatelja / V.V. Ljandenburskij, A.S. Ivanov, E.V. Kravchenko // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2012. № 3. – S. 57-61.
8. Ljandenburskij V.V. Virtual'noe diagnostirovanie toplivnoj sistemy dizel'nogo dvigatelja / V.V. Ljandenburskij, A.S. Ivanov, Ju.V. Rodionov, E.V. Kravchenko // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2012. № 4 (39). – S. 3-8.
9. Ljandenburskij V.V. Morfologicheskij analiz metodov poiska neispravnostej transportnyh sredstv / V.V. Ljandenburskij, Ju.V. Rodionov, S.A. Krivobok, P.A. Mnekin // Internet-zhurnal Naukovedenie. 2012. № 4 (13). – S. 84.
10. Ljandenburskij V.V. Programma poiska neispravnostej dizel'nyh dvigatelej. / V.V. Ljandenburskij, A.I. Tarasov, S.A. Krivobok // Kontrol'. Diagnostika. 2012. № 8. – S. 28-33.
11. Ljandenburskij V.V. Verojatnostnyj podhod k opredeleniju verojatnostno-logicheskogo kojefficienta poiska neispravnostej avtomobilej / V.V. Ljandenburskij, Ju.V. Rodionov, A.I. Tarasov, I.E. Dolganov // Vestnik Tadzhijskogo tehničeskogo universiteta. 2013. № 1 (21). – S. 57-60.
12. Ljandenburskij V.V. Verojatnostno-logicheskij metod poiska neispravnostej avtomobilej: monografija / V.V. Ljandenburskij, A.I. Tarasov – Penza, PGUAS 2013. 220 s.