

УДК 62-799

д.т.н. Замота Т. Н.,
Лошаков А. С.

(ЛГУ им. В. Даля, г. Луганск, keksvrake@yandex.ru)

ТЕНДЕНЦИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Наблюдается высокий спрос в усовершенствовании системы технического обслуживания и ремонта, вследствие этого возникает необходимость разработки и внедрения превентивной системы в наиболее подверженных отказам узлах и механизмах транспортного средства. Исследование проводится поэтапно, начиная с анализа существующей ситуации с техническим обслуживанием и ремонтом. Исходя из полученных результатов анализа представляются теоретически обоснованные теории создания превентивной системы. Определяются соответствующие выводы о дальнейшем продвижении проекта.

Ключевые слова: превентивное обслуживание, усовершенствование, математическая модель, исследование, анализ, разработка, внедрение, ремонт, элемент, система.

В ходе изучения перспектив усовершенствования системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) необходимо обратить внимание на существующее состояние научно обоснованных методов обеспечения работоспособного состояния автомобилей. Назрело целенаправленное и существенное изменение планово-предупредительной системы поддержания работоспособности эксплуатационными и техническими методами.

Одним из возможных путей развития системы ТО и Р является усовершенствование принципов системы превентивного планирования, которое заключается в углублении превентивной стратегии и в будущем будет способствовать повышению эффективности использования автомобилей.

В данный период времени наблюдается сохранение основных характеристик действующей системы планирования и предотвращения поломок, которая, в свою очередь, будет подвергаться совершенствованию в основном за счет повышения эксплуатационной надежности транспортных средств, а также в организационно-технологическом плане благодаря постепенному укреплению АТП, созданию различных объединений, в частности региональных и вневедомственных, централиза-

ции материально-технического снабжения, совершенствованию методов организации производства и т. д. [1].

В своей работе А. И. Зорин предлагает разработать и внедрить методику превентивного обслуживания с элементами страхования (страхование ответственности), что, в свою очередь, позволит проводить стабильное финансирование проведения превентивных мероприятий: в обязательном порядке плановое техническое обслуживание и по мере необходимости ремонты [3].

И. С. Кабанов предлагает разработать информационную автоматизированную систему (ИАС), базовым фундаментом которой будут являться модели теории надежности и обслуживания сложных систем, что, в свою очередь, образует новый технологичный подход к созданию и анализу стратегий превентивного технического обслуживания ТС и прикладному анализу моделей надежности и эффективности. И. С. Кабанов отмечает, что данный подход позволит привести предприятие к соответствиям стандартов, сократить запас запасных частей, снизить экономические потери при простое техники в случае отказа элементов [4].

А. В. Курлышев отмечает превентивное обслуживание как ключевое звено в цепи

повышения безопасности эксплуатации социального транспорта и безопасности дорожного движения на социально важных маршрутах. Реализации этих целей А. В. Курлышев предлагает достичь путём разработки, внедрения и последующего применения дистанционной диагностики автотранспортных средств (АТ), учитывающих специфику объекта контроля и формирующих полный цикл диагностики от снятия контролируемых параметров, первичной обработки и контроля, организации передачи для последующего анализа с помощью интеллектуальных систем. Основой данной диагностической системы является совершенствование современных методов и приборов неразрушающего контроля физико-механических характеристик состояния основных узлов автомобиля и диагностики неисправностей и дефектов [5].

Для совершенствования нормативной базы системы ТО и Р автомобилей был выпущен ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники». Важность таких факторов, как безопасность автовладельцев и других участников дорожного движения, а также экономические аспекты усилят требования к техническому состоянию автомобилей и будут стимулировать более широкое применение контрольно-диагностических средств.

Преобразование системы ТО и ремонта является приоритетной задачей, поскольку с усовершенствованием преобразится весь поток, а также целостность системы, которая станет масштабней, надежней и, самое главное, дееспособней. Поток отказов и неисправностей преобразуется (предупреждается) с помощью воздействий, предусмотренных системой ТО и ремонта (ГОСТ 18322-2016). К примеру, при отказе задача будет стоять в определении его причины и уточнения характера (трудоемкость, стоимость, продолжительность) восстановительных работ [1].

Целью исследования является усовершенствование системы ТО и Р транспортных средств применением непрерывного

определения технического состояния, анализа потока отказов и поломок при эксплуатации.

Определение эффективности системы ТО и Р проведём через изучение потока отказов грузовых и легковых автомобилей, колесных и гусеничных тракторов. Выявим структуру диагностической информации о работоспособном состоянии автомобиля, которую возможно определить с помощью объективного и субъективного контроля.

Проведём разработку теоретических предпосылок получения достоверной диагностической информации на основе периодического и непрерывного контроля основных параметров работы автомобилей.

Сравним полученные теоретические предпосылки с экспериментальными исследованиями и сделаем вывод о целесообразности внедрения усовершенствованной системы ТО и Р.

В автомобиле определенные системы могут подвергаться превентивному обслуживанию. Известно, что распределение отказов по системам грузовых автомобилей и тракторов показывает, что наибольшая их часть приходится на двигатель и трансмиссию [2] (рис. 1).

Это может быть связано с условиями работы, характерными для сельскохозяйственной техники, которая работает в условиях значительной запыленности, сезонности работы, подвержена значительным температурным колебаниям.

В легковых автомобилях поток отказов другой. Распределение отказов показывает, что большая часть приходится на систему торможения, мост и подвеску (рис. 2).

Исходя из анализа литературных источников, определено, что для объективной оценки технического состояния транспортного средства необходимо получение непрерывной информации об изменении основных диагностических параметров, непосредственно влияющих на работоспособное состояние автомобиля. Исследования, проведенные на Nissan X-trail с кузово-

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

вом Т-30, показали, что водителю доступно всего 29 параметров работы автомобиля, 48 определяется при периодической компьютерной диагностике, а 136 необходимо контролировать органами чувств человека (органолептической диагностикой).

Рассмотрение ситуации с превентивным обслуживанием на конкретном примере (NisanX-Trail с кузовом Т-30) показало, что система торможения использует всего два сигнализатора для водителя, а количество контролируемых параметров при компьютерной диагностике — всего один,

основное количество диагностируемых параметров приходится на органолептическую диагностику, что только подтверждает теорию о низком уровне развития превентивного обслуживания.

В ходе сравнительного анализа информации о количестве контролируемых параметров результаты отличаются для различных систем. Большого всего параметров контролируется в ходовой и системе управления — 75, чуть меньше — двигатель и экология (59), у системы электрооборудования — 41 (рис. 3).

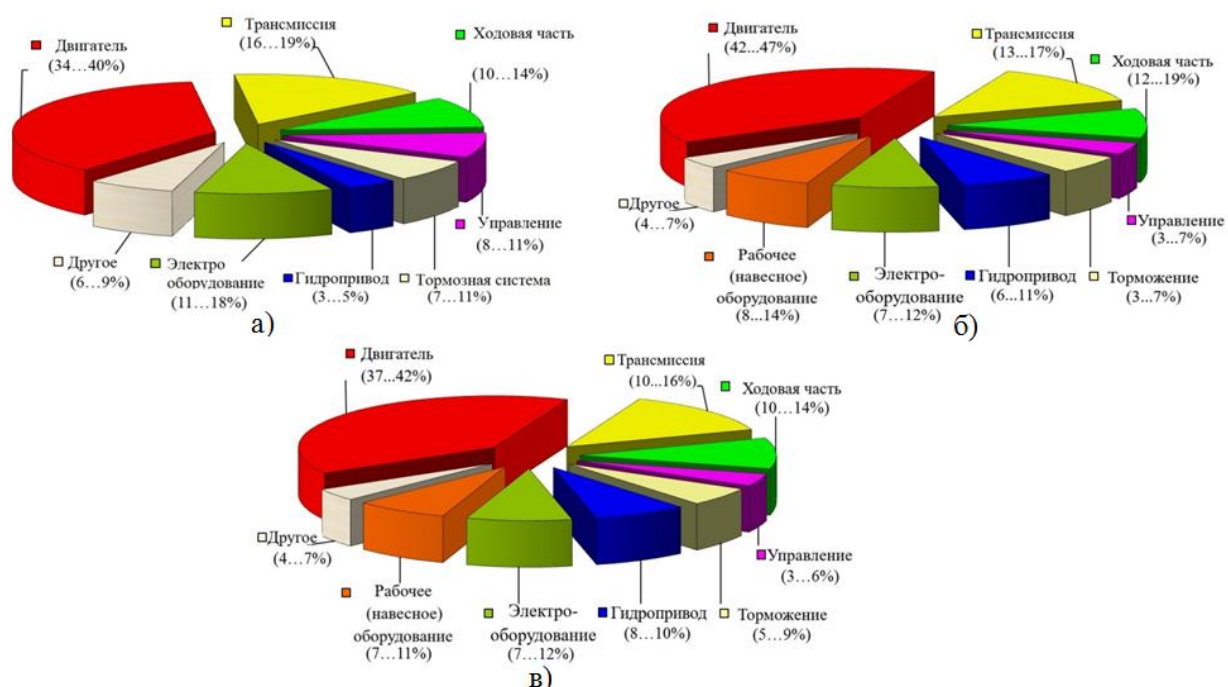


Рисунок 1 Диаграммы распределения отказов ТС: а) грузовых автомобилей, б) колесных тракторов, в) гусеничных тракторов

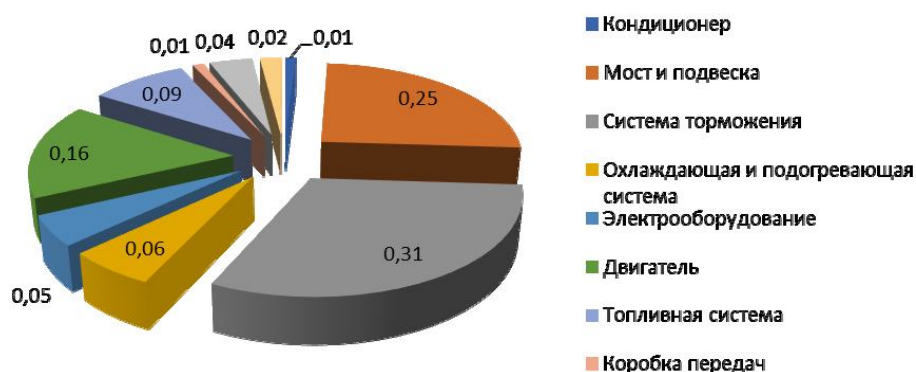


Рисунок 2 Распределение отказов по системам легкового автомобиля



Рисунок 3 Общее количество диагностируемых параметров по системам автомобиля Nissan X-Trail (с кузовом Т-30)

Система торможения, в свою очередь, подвержена минимальному воздействию на неё предлагаемой превентивной системы. Полученные статистические данные позволяют сделать вывод о том, что создание и внедрение превентивной системы будет целесообразным и экономически эффективным [2].

Темпы пополнения, вывода из эксплуатации и регулярные обновления автопарка создают достаточно устойчивый и стабильный состав, который приводит к определенному потоку поломок и неисправностей, что является основным обоснованным источником создания усовершенствованной системы ТО, упреждающего обслуживания и ремонта.

При этом возможны два решения: или использование «абсолютно надежных» изделий (что будет являться затратной задачей), вероятность отказа которых за заданную наработку ничтожно мала (резервирование, повышение прочности); или применение иных принципов конструирования, предусматривающих самовосстановление изделия.

При наличии существующей системы ТО и Р многие параметры автомобиля не контролируются в режиме реального времени. Вследствие отсутствия потока данных о состоянии элемента исследуемой системы автомобиля он подвергается проведению ТО и Р по нормативам, предписанным заводом изготовителем. Однако старые и новые автомобили, условия эксплуатации и другие факторы вносят свои коррективы в параметр, определяющий оптимальное время проведения ТО и Р.

Согласно многочисленным исследованиям, считается, что рассеивание момента проведения ТО и Р подчиняется закону нормального распределения случайной величины. В этом случае математическое ожидание показано на рисунке 4 как ТО-1 по нормативу.

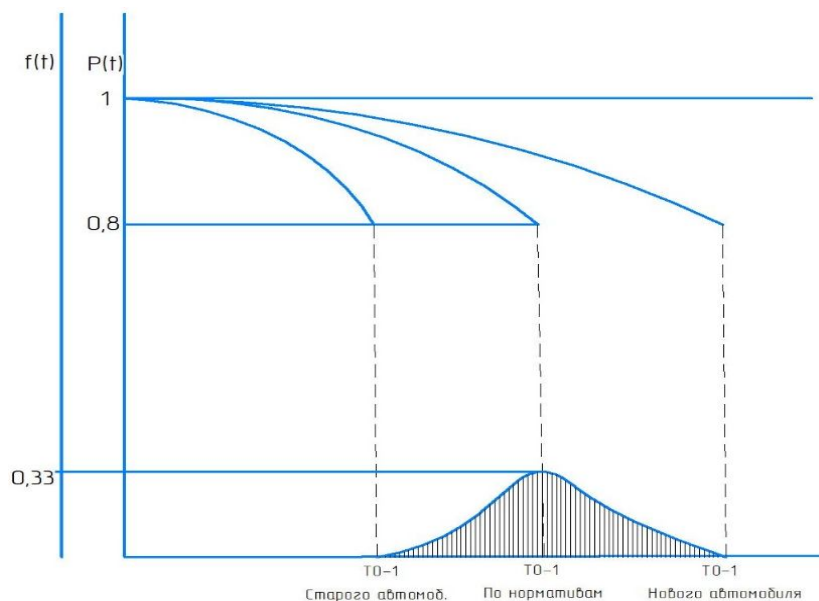


Рисунок 4 Рассеивание оптимального момента проведения ТО при отсутствии постоянного контроля технического состояния транспортного средства

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\lambda \cdot t}.$$

Эта вероятность подчиняется экспоненциальному закону распределения и одинакова за любой одинаковый промежуток времени в период нормальной эксплуатации.

Экспоненциальным законом распределения можно аппроксимировать время безотказной работы широкого круга объектов, например: особо ответственных машин, эксплуатируемых в период после окончания приработки; машин с последовательной заменой отказавших деталей; сложных объектов, состоящих из многих элементов.

Существенное достоинство экспоненциального распределения — его простота: оно имеет только один параметр.

Плотность распределения (в общем случае):

$$f(t) = -\frac{dP(t)}{dt} = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}.$$

Дифференциальная функция такого распределения в этот момент равна 0,33 (рис. 4). Это означает, что только в 33 % случаев произойдет совпадение момента проведения ТО и Р с действительно необходимым техническим состоянием автомобиля для этого воздействия. В 67 % такого совпадения не будет, и ТО будет проведено либо раньше необходимого срока (произойдет недоиспользование ресурса) или позже (с увеличением интенсивности изнашивания и сокращением срока службы).

Поэтому для разработки новой интеллектуальной системы ТО и Р необходимо построение обратной связи между техническим состоянием основных ресурсопределяющих узлов и агрегатов и системой превентивного обслуживания.

Предупреждение отказов автомобиля возможно путем построения математической модели, которую, в свою очередь, можно будет применить в системе, наиболее подверженной отказам, тем самым

проинформировав автовладельца о критическом состоянии элемента. Используя полученную зависимость, система будет собирать данные до максимально возможной точки выработки детали, то есть при наличии начальных и конечных параметров будет осуществляться контроль в режиме реального времени. Установка и внедрение предлагаемой системы в транспортное средство будет осуществляться следующим образом: для контроля интегрального параметра критически важной для автомобиля системы устанавливаются необходимые дополнительные датчики, которые контролируют необходимые параметры, полученная информация обрабатывается, что позволяет спрогнозировать остаточный ресурс и правильно построить систему ТО и Р.

На основе анализа перспектив усовершенствования систем ТО и Р, которые существуют на данном этапе, были сделаны следующие выводы:

1. Существующие системы ТО и Р транспортных средств зависят от условий эксплуатации, негативного воздействия различных факторов (зачастую неконтролируемых), что снижает их эффективность и требует усовершенствования.

2. На данном этапе развития системы превентивного обслуживания были произведены анализ и систематизация распределения отказов. Полученные данные позволили получить информацию о количестве диагностируемых параметров на примере Nissan X-trail (в кузове Т-30) и сделать вывод о том, что результаты отличаются для различных систем.

3. В ходе анализа был представлен вариант предупреждения отказов с помощью построения математической модели, которую, в свою очередь, возможно будет внедрить в систему, наиболее подверженную отказам, тем самым применять на практике усовершенствованную систему предупреждающего информирования автовладельца о критическом состоянии элемента.

4. Дальнейшие анализ и систематизация вентивного обслуживания. Полученные результаты позволят перейти к практическим исследованиям и разработке усовершенствованной системы пре- результаты будут оформлены по ходу исследования.

Библиографический список

1. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения [Текст]. — Введ. 2017-09-01. — М. : Стандартинформ, 2017. — 13 с.
2. Техничко-экономические аспекты усовершенствования стратегии технического обслуживания и ремонта транспортных средств [Текст] : монография / Т. Н. Замота, В. В. Аулин, К. К. Панайотов и др. — Луганск : Ноулидж, 2022. — 328 с.
3. Зорин, А. И. Повышение эффективности ремонтнообслуживания средств механизации АПК на основе организационно-инженерных мероприятий на примере Удмуртской Республики [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / Зорин Александр Иванович ; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. — Санкт-Петербург — Пушкин, 2006. — 387 с.
4. Кабанов, И. С. Разработка информационной автоматизированной системы для исследования управляемых моделей надежности и эффективности [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Кабанов Илья Сергеевич ; Московский государственный институт электроники и математики (Технический университет). — Москва, 2004. — 182 с.
5. Курлышев, О. В. Методы и программно-аппаратные средства дистанционного контроля состояния узлов автомобиля [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.11.13 / Курлышев Олег Валерьевич ; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. — Ижевск, 2006. — 229 с.

© Замота Т. Н.

© Лошаков А. С.

Рекомендовано к печати к.т.н., проф. каф. ПГМ ДонГТИ Левченко Э. П., дир. института ТиЛ, зав. каф. ЖТ ЛГУ им. В. Даля, к.т.н., доц. Быкадоровым В. В.

Статья поступила в редакцию 15.12.2022.

Doctor of Technical Sciences Zamota T. N., Loshakov A. S. (LSU named after V. Dahl, Lugansk, LPR, keksvrucke@yandex.ru)

TRENDS IN THE IMPROVEMENT OF VEHICLES MAINTENANCE SYSTEM

Currently, the vehicle maintenance and repair system need to be improved, and this requires the development and implementation of a preventative maintenance and repair system. The study is a step-by-step process, starting with an analysis of the existing maintenance and repair system. Based on the results obtained, the prerequisites for the creation of an intelligent maintenance and repair system are presented. Appropriate conclusions on the future development of the project are set out.

Key words: *preventive maintenance, improvement, mathematical model, research, analysis, development, implementation, repair, element, system.*