

УДК: 629.113

DOI: 10.53816/23061456_2022_3-4_110

**СПОСОБ ДИСТАНЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ
ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**A METHOD FOR REMOTE AUTOMATED DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL
CONDITION OF THE GEAR BOX OF MILITARY AUTOMOTIVE EQUIPMENT**

Канд. техн. наук К.М. Комаров

Ph.D. K.M. Komarov

Вольский военный институт материального обеспечения

В статье представлены методы решения задачи диагностики технического состояния трансмиссии, исправность которой непосредственно влияет на надежность военной автомобильной техники. Рассмотрена необходимость создания способа дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач, позволяющего в реальном времени непрерывно отслеживать динамику износа шестерен и в автоматическом режиме выдавать заключение о текущем техническом состоянии коробки передач. Проведены исследования способов совершенствования системы технического обслуживания и ремонта военной автомобильной техники с учётом сроков её эксплуатации. Решены задачи создания способа дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач, основанного на методе удаленной оценки технического состояния системы путем считывания данных с датчиков, установленных на агрегатах транспортного средства. В результате представленный способ может быть реализован в виде специализированной бортовой ЭВМ, оснащенной энергонезависимой памятью и размещаемой непосредственно на автомобиле с выводом интерфейса в кабину водителя.

Ключевые слова: автомобильная техника, коробка передач, способ, датчик, база данных.

The article presents methods for solving the problem of diagnosing the technical condition of the transmission, the serviceability of which directly affects the reliability of military vehicles. The necessity of creating a method for remote automated diagnostics of the technical condition of the gearbox is considered, which allows continuously monitoring the dynamics of gear wear in real time and automatically issuing a conclusion on the current technical condition of the gearbox. The research of ways to improve the system of maintenance and repair of military automotive equipment, taking into account the terms of its operation. The tasks of creating a method for remote automated diagnostics of the technical condition of the gear box, based on the method of remote assessment of the technical condition of the system by reading data from sensors installed on vehicle units, have been solved. As a result, the presented method can be implemented in the form of a specialized on-board computer equipped with non-volatile memory and placed directly on the car with the interface output to the driver's cabin. Keywords: military automotive equipment, gearshift box, technical condition of military automotive equipment, technology, method, automated diagnostics complex, GSM module, maintenance and repair, sensor, database.

Keywords: automotive equipment, transmission, method, sensor, database.

Введение

Автомобили широкого спектра оперативно-функционального назначения требуют обеспечения высокого уровня качества функционирования и надежности. Резервом повышения надежности являются тщательные доводочные испытания, направленные на совершенствование конструкции, а также переход от планово-предупредительного обслуживания и ремонта к техническому обслуживанию и ремонту по фактическому состоянию. Все эти обстоятельства требуют широкого применения средств контроля и диагностирования автомобиля. Несмотря на то что современная отечественная военная автомобильная техника (далее — ВАТ) имеет множество систем диагностики и регулировок, вместе с тем одни из важнейших агрегатов трансмиссии, непосредственно влияющие на надежность ВАТ, по-прежнему остаются без должного внимания и не оснащаются какими-либо средствами технического диагностирования.

Стоит отметить, что, по данным АО «Ремдизель», 34 % отказов в работе ВАТ произошло из-за выхода из строя агрегатов трансмиссии, а точнее коробок переключения передач. В связи с этим, а также с целесообразностью внедрения перспективного направления совершенствования технического обслуживания и ремонта ВАТ — такого как оснащение встроенными средствами контроля и диагностирования фактического технического состояния автомобиля — возникает необходимость создания способа, позволяющего дистанционно в автоматическом режиме диагностировать техническое состояние коробок переключения передач в реальном времени [1].

Эффективная постоянная оперативная оценка технического состояния ВАТ возможна с применением электронных телематических систем. Применение телематических систем удаленного контроля технического состояния и эксплуатационных показателей систем и агрегатов ВАТ, определяющих ее надежное функционирование в реальном времени, должна предусматривать практическую реализацию на технике средств связи ближнего и дальнего действия, а также спутниковых навигационных систем [2].

Основными задачами таких систем в военном секторе страны должны стать контроль технического состояния ВАТ, например с целью преду-

преждения аварийных ситуаций, мониторинга условий и режимов работы узлов и агрегатов ВАТ для исследования, оценки, прогнозирования их остаточного ресурса с целью их своевременного технического обслуживания и ремонта [3].

Новое в диагностировании ВАТ: интегрирование с телематическими системами

Процесс развития телекоммуникаций, вычислительной техники и сенсорных технологий привел к развитию целого ряда отечественных и зарубежных телематических систем, обеспечивающих эффективное решение задач контроля и диагностирования фактического технического состояния автомобилей в реальном времени.

Основными направлениями работы телематических систем являются навигация, безопасность движения, связь и удаленная диагностика технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля. Удаленная диагностика позволит заблаговременно определять возможные неисправности ВАТ, а также минимизировать риски, связанные со здоровьем водителя и сохранностью перевозимых грузов [4].

В телематических системах реализуется метод удаленной оценки технического состояния систем ВАТ путем считывания данных с датчиков, установленных на агрегатах транспортного средства. Полученные с датчиков данные поступают в различные блоки обработки сигналов, которые затем выводятся на жидкокристаллический дисплей в кабине автомобиля и передаются на «Сервер хранения и обработки данных», а в адреса специалистов отдела технического обеспечения воинской части и завода-изготовителя направляются обработанные результаты. На основе полученной информации о состоянии конкретной единицы ВАТ принимается решение о дальнейшей эксплуатации автомобиля [5–7].

Предлагаемый способ упростит и ускорит процесс диагностирования состояния образца ВАТ и позволит своевременно отправить автомобиль на проведение технического обслуживания или ремонта.

Суть идеи автора состоит в интегрировании телематических систем и виброакустического датчика для считывания требуемой информации и проведения объективной оценки и уда-

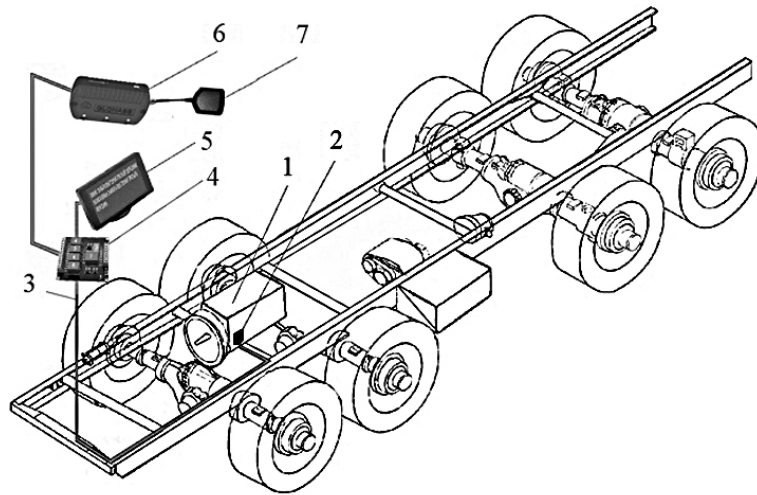


Рис. 1. Схема способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения АБШ РВиА:
 1 — коробка переключения передач; 2 — виброакустический датчик; 3 — соединительный кабель;
 4 — комбинации блоков обработки снятого сигнала; 5 — жидкокристаллический дисплей оповещения
 о техническом состоянии коробки переключения передач; 6 — GSM-модуль (ГЛОНАСС);
 7 — ГЛОНАСС/GPS-антенна

ленного диагностирования состояния коробки переключения передач ВАТ. Схема способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ представлена на рис. 1.

С учетом отечественного и зарубежного опыта реализации телематических систем автор предлагает способ дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ. Способ характеризуется:

- снятием виброакустическим датчиком значений средней величины виброускорения с корпуса коробки переключения передач;
- определением значений крест-фактора путём обработки полученных спектрограмм вибросигнала и вычислением средней амплитуды огибающей сигнала виброускорения;
- анализом результатов статистической обработки полученных данных о текущем значении крест-фактора основных передач;
- сопоставлением текущих значений крест-фактора со стандартными значениями, полученными экспериментальным путем, с заложенными в базу хранения эталонных значений;
- выводом на жидкокристаллический дисплей электронного заключения о техническом состоянии коробки переключения передач и трансмиссионного масла с последующей отправкой этих данных посредством GSM-мо-

дуля на электронные серверы воинской части и завода-изготовителя для оперативного реагирования в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) коробки переключения передач и принятия незамедлительных мер к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата.

Предназначение, задачи и состав приемов способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ

Предлагаемый способ дистанционной автоматизированной диагностики ВАТ реализуется на базе принципов функционирования телематических систем и предназначен для оперативного контроля технического состояния одного из важнейших агрегатов трансмиссии ВАТ в реальном времени.

Эффективность способа обеспечивается тем, что комбинации блоков обработки снимаемого сигнала снабжены:

- базой хранения эталонных значений крест-фактора основных передач коробки переключения передач в зависимости от срока наработки коробки передач;
- блоком принятия решения о текущем техническом состоянии коробки переключения пе-

редач, реализующим сбор и передачу количественных характеристик оцениваемых показателей на GSM-модуль для последующей отправки на серверы воинской части и завода-изготовителя для оперативного реагирования в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) коробки переключения передач и принятия незамедлительных мер к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата.

Дистанционное диагностирование — это автоматизированный сбор, обработка, передача и представление данных о местоположении и состоянии транспортного средства.

С помощью способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ могут решаться следующие задачи:

- дистанционное автоматизированное диагностирование технического состояния коробки переключения передач ВАТ;
- дистанционный контроль и надзор за осуществлением перевозок опасных и ценных грузов МО РФ;
- контроль времени работы и отдыха водителя и пресечение нарушений правил эксплуатации ВАТ;
- обеспечение транспортной безопасности ВАТ, находящейся в рейсе;
- управление автомобильными колоннами МО РФ,

– формирование рациональных маршрутов движения ВАТ, сообщивших пункты своего назначения, и прогнозирование продолжительности поездки;

– информирование лиц, использующих способ дистанционной автоматизированной диагностики (водитель, специалисты воинских частей и заводов-изготовителей);

– экстренное реагирование командования воинской части на аварийные ситуации с участием ВАТ и т.д.

Предлагаемая система разработана автором с целью осуществления дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач ВАТ и предоставления предупреждений и информации об автомобиле, в том числе о его местонахождении.

Состав установочного комплекта комплекса дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач ВАТ (рис. 2): жидкокристаллический дисплей оповещения о техническом состоянии коробки переключения передач — 1; комбинации блоков обработки снятого сигнала — 2; слот для SIM-карты — 3; виброакустический датчик — 4; интерфейсный кабель с разъемом MiniUSB — 5; GSM-модуль (ГЛОНАСС) — 6; ГЛОНАСС/GPS-антенна — 7; GSM-антенна — 8 [8–10].



Рис. 2. Вариант комплекта комплекса дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач ВАТ

Основы технологии реализации способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ

Последовательность и особенности технологических операций в работе предлагаемого способа состоят в следующем (рис. 3):

– виброакустический датчик 2, закрепленный на корпусе коробки переключения передач 1 шпилькой в районе промежуточного вала, который снимает характеристики средней величины виброускорения и посредством электрокабеля передает полученный сигнал на комбинацию блоков обработки снятого сигнала 3;

– блок первичной обработки 4 измеряет снятые датчиком 2 виброакустические величины, значения которых передаются в блок статистической обработки 5;

– блок статистической обработки 5 просчитывает значение крест-фактора путём обработки полученных спектрограмм вибросигнала и вычисления средней амплитуды огибающей сигнала виброускорения и передает данные в блок нейросетевой обработки 6;

– блок нейросетевой обработки 6 путем сопоставления текущего значения крест-фактора со стандартными значениями, полученными экспериментальным путем и заложенными в базу хранения эталонных значений крест-фактора основных передач 7 производит анализ результатов статистической обра-

ботки полученных данных о текущем значении крест-фактора основных передач и оценку технического состояния коробки переключения передач и трансмиссионного масла. После чего осуществляется их передача в блок принятия решения 8;

– блок принятия решения 8 завершает электронную обработку данных. Итогом нейросетевой обработки является электронный вариант заключения о техническом состоянии коробки переключения передач, выданный блоком принятия решения 8, который выполняет функцию экспертной системы по оценке целесообразности дальнейшей эксплуатации коробки переключения передач;

– жидкокристаллический дисплей 9 визуализирует обработанную информацию. Результаты самодиагностики и дальнейшие рекомендации выводятся на жидкокристаллический дисплей 9, на котором отображается наглядная визуализированная информация о техническом состоянии контролируемой коробки переключения передач и практические рекомендации по результатам самодиагностики, например «Износ зубьев шестерни третьей передачи, необходима замена шестерни третьей передачи»;

– GSM-модуль передает информацию, отображенную на дисплее 9, на электронные серверы воинской части 12 и завода-изготовителя 13 для оперативного реагирования в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) коробки переключения передач и принятия незамедли-

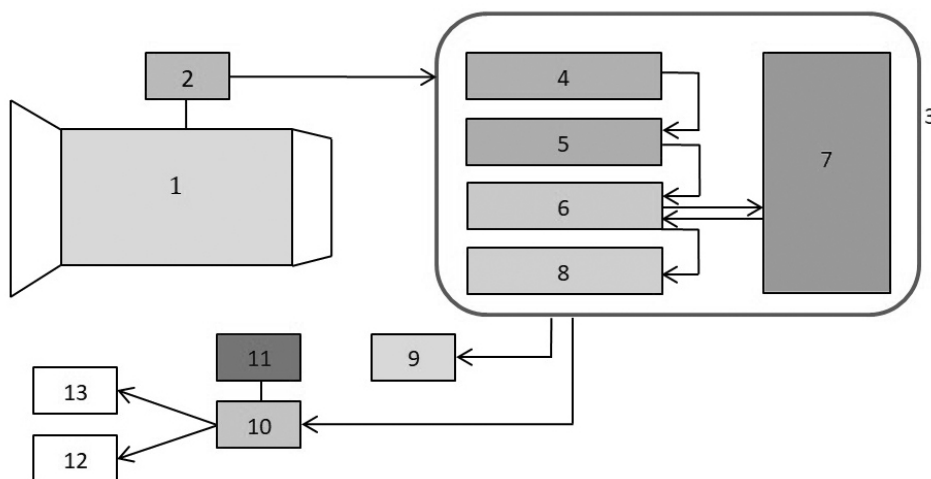


Рис. 3. Последовательность и особенности технологических операций работы способа дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ

тельных мер к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата. Наличие GPS-блока 11 позволяет определить точное местоположение автомобиля.

Голосовая связь, встроенная в GSM-модуль, позволяет специалистам связываться с водителем автомобиля посредством звонка на номер телефона (SIM-карта телефона устанавливается в слоте GSM-модуля). Звонок на телефонный номер контроллера идентичен звонку на мобильный телефон.

С инженерной точки зрения предлагаемый способ дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния коробки переключения передач может быть реализован в виде специализированной бортовой ЭВМ, оснащенной энергонезависимой памятью и размещаемой непосредственно на автомобиле с выводом интерфейса (9) в кабину водителя.

К тому же предлагаемый способ диагностики, в отличие от известных, позволяет не только осуществить диагностику технического состояния коробки переключения передач, но и оценить оставшийся ресурс работы трансмиссионного масла до его замены.

Новым в предложенном способе диагностики является то, что:

– впервые осуществляется непрерывная автоматизированная диагностика технического состояния одного из важнейших агрегатов трансмиссии, влияющего на надежность военной автомобильной техники, — коробки переключения передач;

– отпадает необходимость в наличии стационарного специализированного диагностического комплекса в воинской части (заводе-изготовителе) и не приходится прибегать к разборке коробки переключения передач для установления характера и причины возникшей неисправности;

– появляется возможность оценить оставшийся ресурс работы основных составных частей коробки переключения передач и трансмиссионного масла до его замены.

В таких условиях даже водительский состав с минимальным опытом работы сможет по данным предлагаемого способа диагностики установить характер и оперативно оценить сложность неисправности, возникшей в коробке переключения передач.

Заключение

Таким образом, предложенный способ позволяет в реальном времени непрерывно отслеживать динамику износа шестерен и в автоматическом режиме выдавать заключение о текущем техническом состоянии коробки передач, не прибегая к заезду в ремонтный орган (сервисный центр), снятию и разборке агрегата, и может быть использован для совершенствования системы технического обслуживания и ремонта военной автомобильной техники.

Литература

1. Комаров К.М. Обзор виброакустического метода определения технического состояния зубчатых передач с применением диагностического комплекса и программного обеспечения в среде LabVIEW / К.М. Комаров // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: Сборник трудов III Международной Научно-практической конференции, Балаково, 23 декабря 2020 года. — Балаково: Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». 2021. С. 87–93.

2. Комаров К.М. Применение системы встроенного диагностирования механизмов трансмиссии военной автомобильной техники / К.М. Комаров, И.Р. Габдрашитов // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 3–4 (153–154). С. 168–172.

3. Комаров К.М. Анализ применения систем диагностики и саморегулирования на военной автомобильной технике / К.М. Комаров // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 9–10 (159–160). С. 127–131.

4. Фукс В.А. Универсальная система удаленной диагностики транспортных средств / В.А. Фукс. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2019. № 12 (250). С. 40–44.

5. Нерсенов Д.А. Телематические системы в автомобильной электронике / Д.А. Нерсенов. Текст: непосредственный // Электроника. 2020. № 7. С. 18–24.

6. Скачко С.А. Диагностика систем управления двигателем / С.А. Скачко, К.С. Скачко — Текст: непосредственный // Константа. 2006. 229 с.

7. Тюнин А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей / А.А. Тюнин — Текст: непосредственный // СОЛОН-ПРЕСС. 2018. 352 с.

8. Ференец А.В. Интеллектуальные системы диагностики автомобиля на основе современных мировых стандартов / А.В. Ференец, А.А. Шевченко, С.В. Плетнев, В.С. Анпилогов // Вестник НЦБЖД. 2016. № 1. С. 73–78.

9. Жанказиев С.В. Принципы разработки телематической системы мониторинга технического состояния автомобилей / С.В. Жанказиев, С.П. Игнатьев // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2011. № 3. С. 22–28.

10. «Система ГЛОНАСС-мониторинга и оповещения» Руководство по эксплуатации. — Москва. 2015. 115 с.

References

1. Komarov K.M. Review of the vibroacoustic method for determining the technical condition of gears using a diagnostic complex and software in the LabVIEW environment / K.M. Komarov — Text: direct // Modern technologies and automation in engineering, management and education: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Balakovo, December 23, 2020. — Balakovo: Balakovo Institute of Engineering and Technology (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «National Research Nuclear University «MEPhI». 2021. Pp. 87–93.

2. Komarov K.M. Application of the system of integrated diagnostics of transmission mechanisms of military vehicles / K.M. Komarov, I.R. Gabdrashitov — Text: direct // Issues of defense technology. Series 16: Technical means of countering terrorism. 2021. № 3–4 (153–154). Pp. 168–172.

3. Komarov K.M. Analysis of the use of diagnostic systems and self-regulation on military automotive equipment / K.M. Komarov — Text: direct // Issues of defense technology. Series 16: Technical means of countering terrorism. 2021. № 9–10 (159–160). Pp. 127–131.

4. Fuchs V.A. Universal system of remote diagnostics of vehicles / V. A. Fuchs. — Text: direct // Young scientist. 2019. № 12 (250). Pp. 40–44.

5. Nersenov D.A. Telematics systems in automotive electronics / D.A. Nersenov — Text: direct // Electronics. 2020. № 7. Pp. 18–24.

6. Skachko S.A. Diagnostics of engine control systems / S.A. Skachko, K.S. Skachko — Text: direct // Constant. 2006. 229 p.

7. Tyunin A.A. Diagnostics of electronic control systems of passenger car engines / A.A. Tyunin — Text: direct // SOLON-PRESS. 2018. 352 p.

8. Ferenets A.V. Intelligent car diagnostics systems based on modern world standards / A.V. Ferenets, A.A. Shevchenko, S.V. Pletnev, V.S. Anpilogov // Bulletin of the National Railways. 2016. № 1. Pp. 73–78.

9. Zhankaziev S.V. Principles of development of a telematics system for monitoring the technical condition of cars / S.V. Zhankaziev, S.P. Ignatiev // Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI). 2011. № 3. Pp. 22–28.

10. «GLONASS monitoring and notification system» Operating Manual. — Moscow. 2015. 115 p.