ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

УДК 6 621.865.8

DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.018

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

*А. С. Иванов**, канд. техн. наук, доцент; *В. В. Лянденбургский*, канд. техн. наук, доцент;
И. И. Фахрутдинов, студент; *П. М. Экимов*, аспирант; *В. А. Иванов**, канд. техн. наук;
*К. З. Кухмазов**, доктор техн. наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», Россия,
т. 8(8412) 65-82-42, e-mail: ivanov.a.s@pgau.ru;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Россия

Целью исследования является разработка алгоритма поиска неисправностей автоматической коробки переключения передач на основе ходовых испытаний, так как существующие алгоритмы не позволяют с наименьшими затратами определить неисправность в автомобиле. Предлагается на основе анализа изменить алгоритм диагностирования автоматической коробки передач автомобилей. В результате ходовых испытаний с помощью прибора Consult III+ выполнены замеры степени нажатия педали акселератора, изменения скорости движения автомобиля и частоты вращения коленчатого вала двигателя в зависимости от времени, изменения степени открытия дроссельной заслонки и давления в топливной магистрали высокого давления для выявления неисправного состояния коробки переключения передач. Время замера каждого из показателей не более 30 секунд. Разработан алгоритм поиска неисправностей автоматической коробки переключения передач с использованием опросной части.

Ключевые слова: автомобиль, диагностирование, автоматическая коробка переключения передач, алгоритм.

Введение

При транспортировке людей и грузов в сельском хозяйстве используют современные транспортные средства. Автоматическая трансмиссия на сегодняшний день уже опережает механическую по популярности на мировом рынке [13, 14]. Это обусловлено тем, что такой тип коробки перемены передач (КПП) намного удобнее и комфортнее, чем «механика», особенно в условиях больших пробок на дорогах общего пользования. Так же автоматическая коробка переключения передач по сравнению с механической КПП предохраняет двигатель и ходовую часть от перегрузок [6, 7].

Автоматическая коробка перемены передач (АКПП), как и любой другой меха-

низм, может отказывать. Все отказы автоматической коробки переключения передач делятся на две группы: отказы электронной части и отказы гидравлической и механической систем.

К отказам электронной системы относятся: обрыв, замыкание и другие повреждения электропроводки; поломки датчиков системы управления трансмиссии и двигателя; поломки электронного блока управления (ЭБУ); выход из строя исполнительных элементов.

К отказам гидравлической и механической систем относятся: загрязнение продуктами износа, нарушение герметичности или пропускной способности масляных каналов, перегрев, износ, нарушение работоспособности отдельных деталей.

Кроме того, неправильная регулировка дроссельной заслонки в случае с автоматической коробкой переключения передачи может привести к нестабильной работе КПП. Возникают так называемые рывки, что ухудшает динамику движения автомобиля.

Существующая система контроля технического состояния автомобиля выявляет не полный перечень неисправностей. Для определения возникающих в процессе эксплуатации транспортных средств отказов необходимо разработать перечень мероприятий, позволяющих с меньшими затратами труда и средств проводить работы по диагностированию автомобиля.

Методы и материалы

Вследствие несоответствия материально-технической базы ремонтных мастерских хозяйств, эксперименты по выявлению неисправностей автоматической коробки переключения передачи проводились с использованием оборудования дилерских центров марки Nissan в г. Пенза и г. Москва и материально-технической базы дилерского центра марки Infiniti в г. Самара.

Так как возникновение неисправностей и их выявление происходит при движении автомобиля, то вследствие характера исследуемых данных возникает целесообразность проведения активного эксперимента. В качестве инструментов исследования были использованы основные методы ходовых испытаний, статистического анализа и логического выявления неисправностей [1, 3, 4, 11, 12].

Диагностический комплекс Consult III+ реализован на базе портативного персонального компьютера, имеющего OBD II кабель для подключения к диагностическому разъему автомобиля.

Основными функциями прибора являются: чтение, расшифровка и сброс кодов ошибок DTC; мониторинг показаний контрольно-измерительных приборов в реальном времени; программирование электронных блоков управления; программирование иммобилайзеров и Smart ключей.

Аппаратно-программный комплекс Consult III+ имеет широкий перечень функций, а также доступ ко всем электронным блокам управления и контрольно-измерительным приборам современных автомобилей марки Nissan.

Начинают проверку с датчика положения заслонки (ДПЗ). Дроссельная заслонка необходима для создания угла зазора, через который поступает воздушный поток для преобразования топливовоздушной смеси в пропорции 14,7 доли воздуха на

одну долю топлива. Чтобы успешно регулировать подачу воздуха электронному блоку управления необходим датчик, который будет точно определять и отправлять информацию о работе таких систем, как курсовая стабильность, ABS, управление АКПП, круиз-контроль, антизанос.

Если ЭБУ не получает различных сигналов, то регистрируется неисправность и включается контрольная лампа электронного привода акселератора отключается привод дроссельной заслонки, двигатель начинает работать на повышенных оборотах (1500 об/мин) и больше не реагирует на педаль акселератора.

Всё вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что если датчик (ДПЗ) имеет неисправность, то в ЭБУ появляется перечень ошибок, ведущих к нестабильной работе не только двигателя, но и трансмиссии, а иногда к полному их отключению.

Самая частая причина таких отказов – износ различных элементов, который ведёт к разным последствиям, таким как окисление контактов, загрязнение и покрытие их ржавчиной, разрушение напыления проводника, из-за чего невозможна точная регистрация напряжения, выработка ресурса подвижного элемента механизма.

После обнаружения причины отказа целесообразности в их устранении нет, поэтому зачастую эти элементы подлежат замене.

Результаты

Для конкретного примера неисправности АКПП, а именно в не переключении передачи при отжатой педали газа, после проведения анализа диагностической информации был сформирован алгоритм для выявления исследуемых неисправностей АКПП (рис. 1).

На рисунке 1 обозначены:

Drive – параметр, отслеживающий переключение селектора АКПП в положение «D»; Vehicle speed – параметр, отображающий текущую скорость автомобиля; Gear ratio – параметр, отображающий текущую передачу автомобиля; Accsel sensor – параметр, отражающий степень нажатия педали акселератора; K/D Mode – параметр, отражающий включение режима «kick -down»; Shift pattern – параметр, отражающий переключение передач; Engine speed – количество оборотов коленчатого вала двигателя; Throttle sensor position (TPS) – параметр, отражающий степень открытия дроссельной заслонки; MAF Sensor – параметр, отражающий количество воздуха, поступающего во впускной тракт DBC; ERROR – наличие неисправности;

Рис. 1. Алгоритм диагностирования системы управления двигателем и АКПП

LOG – отчет, содержащий детализированную запись параметров; CHECK GEARBOX – сообщение о наличии неисправности АКПП и необходимости ее диагностирования с учетом записанных параметров.

Последовательность работы данного алгоритма заключается в наблюдении за показаниями контрольно-измерительных приборов и сопоставлении их с изначально заложенными условиями.

После запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС), рычаг КПП ставится в положение Drive для начала движения. При достижении скорости 85-90 км/ч (4 передача) при полностью открытой дроссельной заслонке (D), водитель сбрасывает скорость до 50-55, убирая ногу с педали акселератора (рис. 2).

При нормальной работе АКПП, при отжатой педали газа, режим Kick Down от-

Рис. 2. График нажатия на педаль газа

ключен, соответственно скорость падает, в конкретном случае до 55 км/ч. В таком случае коробка автоматически примет решение понизить передачу для более комфортного дальнейшего движения.

При выполнении данных условий необходимо учитывать такие параметры, как скорость автомобиля, v , км/ч (рис. 3), число оборотов ДВС, n , об/мин (рис. 4), степень открытия дроссельной заслонки, D (рис. 5),

Рис. 3. График изменения скорости автомобиля

Рис. 4. График изменения оборотов ДВС.

Рис. 5. График, отражающий степень открытия дроссельной заслонки

Рис. 6. График изменения переключения передач в зависимости от времени

Рис. 7. График изменения давления топлива в зависимости от времени

процесс изменения переключения передач (рис. 6) и давление в топливной магистрали высокого давления, P , МПа (рис. 7).

Приведенный алгоритм предназначен для определения неисправности АКПП. Он осуществляет свою работу путем сравнения фактических показаний контрольно-измерительных приборов автомобиля с показаниями, полученными при проведении эксперимента [3, 4].

После диагностирования датчика положения дросселя и дроссельной заслонки, обработка и вывод сигнала выполнялся с помощью бортовой системы диагностирования [2, 5, 8, 9, 12].

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком автотранспортного предприятия и выдачи данных о работе и техническом состоянии автомобилей на внешнее средство диагностирования или ЭВМ [5, 15].

В режиме опроса (рис. 8) позволяет выявить абсолютное большинство возмож-

ных неисправностей автомобиля.

На рисунке 8 приведен один из возможных вопросов, предъявляемых системой пользователю при поиске неисправности.

Работа системы заканчивается рекомендациями по устранению неисправности.

Заключение

Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического и организационного характера. Кроме того, современные автомобили сельскохозяйственных предприятий эксплуатируются на значительном удалении от сервисных центров. Предлагаемый алгоритм поиска неисправностей с использованием опросной части позволит своевременно выявлять возникшие отказы и неисправности автоматических коробок передач автомобилей.

<p>Главное меню</p> <p>Выберите, к какому элементу автомобиля относится неисправность</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель • Трансмиссия • Ходовая часть • Рулевое управление • Электрооборудование • Тормозная система 	<p>Трансмиссия</p> <p>Выберите, какого типа КПП</p> <ul style="list-style-type: none"> • Механическая • Автоматическая
а) Главное меню	б) Выбор типа КПП
<p>Трансмиссия</p> <p>Выберите, к какой системе трансмиссии относится неисправность</p> <ul style="list-style-type: none"> • Коробка передач • Шарнир равных угловых скоростей • Сцепление • Главная передача • Дифференциал • Карданный вал 	<p>Трансмиссия</p> <p>Выберите, в каком узле КПП имеется неисправность</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гидротрансформатор • Планетарный ряд • Тормозная лента, передний и задний фрикцион • Устройство управления • ЭБУ
в) Выбор системы автомобиля	г) Выбор элемента АКПП
<p>Трансмиссия</p> <p>Признаки неисправности</p> <ul style="list-style-type: none"> • Затрудненное переключение передач • Не происходит переключение на пониженную передачу при отжатии педали акселератора • Автомобиль не движется при включении задней передачи • Пробуксовка автомобиля при движении с места и разгоне 	<p>Трансмиссия</p> <p>Вероятные причины неисправности</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нарушение регулировки • Повреждение элементов (тяг и рычагов) привода дроссельной заслонки • Неисправность элементов механизма переключения передач
д) Характер неисправности	е) Причины неисправности
<p>Трансмиссия</p> <p>Рекомендация</p> <p>Произвести визуальный осмотр, выявить и заменить поврежденные детали, произвести правильную регулировку</p>	
ж) Рекомендации	

Рис. 8. Окна программы бортовой системы диагностирования

Литература

1. Александровская, Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем / Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. – Москва: Логос, 2001. – 208 с.
2. Васильев, В. И. Оценка критериев диагностирования автоматических коробок передач на основе метода анализа иерархий / В. И. Васильев, О. Г. Вершинина, С. М. Алексеев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2015. – № 5-1. – с. 14-22.
3. ГОСТ 26–003–80 ЕССП. Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным и бит-параллельным обменом информацией. – Москва: Изд-во стандартов. – 1980. – 78 с.
4. ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и условия проверки». Москва: Госстандарт России, – 2005. – 43 с.
5. Кобзев, А. А. Этапы диагностирования и ремонта автоматической коробки передач / А. А. Кобзев, А. И. Волдохин // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 4. – с. 25.
6. Мадорский, Л. В. Диагностирование автоматических коробок передач по внешним признакам / Л. В. Мадорский // Автомобильная промышленность. – 2017. – № 12. – с. 21-26.

7. Мишин, С. В. Современные методы диагностирования гидроблока автоматической коробки передач / С. В. Мишин, В. В. Повтарев, П. В. Тихомиров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. т. 3. – № 5-3 (16-3). – с. 59-62.

8. Рынкевич, С. А. Закономерности гидравлических процессов в системах бортового диагностирования гидромеханических передач карьерных самосвалов и других мобильных машин / С. А. Рынкевич // Вестник белорусско-российского университета. – 2011. – № 4 (33). – с. 81-94.

9. Федотов А. И. Диагностика автомобиля / А. И. Федотов // учебник для студентов вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Иркутский государственный технический университет. – Иркутск, 2012. – 289 с

10. Федотов, А. И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении / А. И. Федотов // учебник по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / – Москва, 2015. – 312 с.

11. Эвиев, В. А. Методология повышения эффективности функционирования тяговых и тягово-приводных агрегатов за счет оптимизации эксплуатационных режимов [Текст]: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра техн. наук / В. А. Эвиев – Санкт - Петербург, 2005. – 34 с.

12. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: пер. с англ. /А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс {и др.}; под ред. Р. Форсайта. – Москва: Радио и связь, 1987. – 224 с.

13. Smith, Tomas J. Effects of vision enhancement systems (VES) on older drivers ability to drive safely at night and inclement weather – Visual Human Factors Analysis of in-Vehicle Heads Up Display (HUD) / Tomas J. Smith // University of Minnesota. – 2002. – № 27. – P. 54.

14. Tsang, A. H. C Strategic dimensions of maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering. – 2002. – V. 8. – № 1. – P. 7-39.

15. Wemberg, G. Investigating HUDs or the presentations of choice lists in car navigation systems / G. Wemberg, B. Harsham, Zeljko Medenica // Proc. of Driving Assessment. – 2011. – P. 195-202.

UDC 621.865.8

DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.018

CONTROL OF TECHNICAL CONDITION OF THE AUTOMATIC TRANSMISSION

A. S. Ivanov*, *Candidate of Technical sciences, assistant-professor*; V. V. Lyandenburskiy, *Candidate of Technical sciences, assistant-professor*; I. I. Fakhruddinov, *student*; P. M. Ekimov, *post-graduate*; V. A. Ivanov*, *Candidate of Technical sciences*; K. Z. Kukhmazov*, *Doctor of Technical Sciences, professor*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Penza State Agrarian University», Russia, t. 8(8412) 65-82-42, e-mail: ivanov.a.s@pgau.ru;

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Penza State University of Architecture and Construction», Russia

The aim of the study was to develop an automatic gearbox troubleshooting algorithm based on performance tests, as existing algorithms do not allow to determine a problem in a car at the lowest cost. Based on the analysis, it was proposed to change the algorithm for diagnosing an automatic transmission of cars. As a result of performance tests using the Consult III+, the measurements of the degree of depressing the accelerator pedal, changes in vehicle speed and engine speed depending on time, changes in the degree of throttle opening and pressure in the high-pressure fuel line to detect a faulty condition of a gearbox were made. The measurement time for each of the indicators was not more than 30 seconds. An automatic gearbox troubleshooting algorithm was developed using an interrogatory part.

Key words: car, diagnosis, automatic gearbox, algorithm.

References:

1. Alexandrovskaya, L. N. Modern methods for ensuring the reliability of complex technical systems / L. N. Alexandrovskaya, A. P. Afanasyev, A. A. Lisov. - Moscow: Logos, 2001. – 208 p.

2. Vasiliev, V. I. Evaluation of diagnostic criteria for automatic transmissions based on the hierarchy analysis method / V. I. Vasiliev, O. G. Vershinina, S. M. Alekseev // Bulletin of Tula State University. Technical science. - 2015. - No. 5-1. - p. 14-22.

3. GOST 26–003–80 ESSP. Interface system for measuring devices with byte-serial and bit-parallel information exchange. - Moscow: Publishing house of standards. - 1980. - 78 p.

4. GOST R 51709-2001 «Motor vehicles. Safety requirements for the technical condition and inspection conditions.» Moscow: Gosstandart of Russia, - 2005. - 43 p.

5. Kobzev, A. A. Stages of diagnosis and repair of an automatic transmission / A. A. Kobzev, A. I. Voldokhin // Avtomobilnaya Promyshlennost. - 2012. - No. 4. - P. 25.

6. Madorsky, L. V. Diagnosis of automatic transmissions by external signs / L. V. Madorsky // *Avtomobilnaya Promyshlennost*. - 2017. - No. 12. - p. 21-26.
7. Mishin, S. V. Modern methods for diagnosing the valve body of an automatic transmission / S. V. Mishin, V. V. Povtarev, P. V. Tikhomirov // *Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*. - 2015. Vol. 3. - No. 5-3 (16-3). - p. 59-62.
8. Rynkevich, S. A. Patterns of hydraulic processes in on-board diagnostics systems for hydromechanical gears of mining dump trucks and other mobile machines / S. A. Rynkevich // *Bulletin of the Belarusian-Russian University*. - 2011. - No. 4 (33). - p. 81-94.
9. Fedotov A. I. Car Diagnostics / A. I. Fedotov // textbook for university students in the direction of training bachelors and masters «Operation of transport-technological machines and complexes.» Irkutsk State Technical University. - Irkutsk, 2012.-- 289 p.
10. Fedotov, A. I. Technology and organization of diagnostics during service support / A. I. Fedotov // textbook in the direction of bachelor training «Operation of transport-technological machines and complexes» / - Moscow, 2015. - 312 p.
11. Eviev, V. A. Methodology of increasing the efficiency of the operation of traction and traction drive units due to the optimization of operating modes [Text]: dissertation abstract for the degree of Doctor of Tech. sciences / V. A. Eviev - St. Petersburg, 2005.-- 34 p.
12. Expert systems. Principles of work and examples: Translation from English /A. Brooking, P. Jones, F. Cox {et al.}; under the editorship of R. Foresight. - Moscow: Radio and communications, 1987.-- 224 p.
13. Smith, Tomas J. Effects of vision enhancement systems (VES) on older drivers ability to drive safely at night and inclement weather – Visual Human Factors Analysis of in-Vehicle Heads Up Display (HUD) / Tomas J. Smith // University of Minnesota. – 2002. – № 27. – P. 54.
14. Tsang, A. H. C Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. – 2002. – V. 8. – № 1.– P. 7-39.
15. Wemberg, G. Investigating HUDs or the presentations of choice lists in car navigation systems / G. Wemberg, B. Harsham, Zeljko Medenica // *Proc. of Driving Assessment*. – 2011. – P. 195-202.