

УДК 629.114.2

Г. Л. Антипенко, канд. техн. наук, доц., В. А. Судакова, М. Г. Шамбалова

ПУТИ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСМИССИЙ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В статье рассматриваются общие подходы к созданию, структура бортовых компьютерных систем диагностики транспортных средств. Приведены требования стандарта OBD-II, которые необходимо учитывать при создании современных компьютерных средств диагностирования. Предложен импульсный способ диагностирования зубчатых элементов трансмиссии по параметрам суммарного углового зазора и кинематической неравномерности вращения выходного вала, а фрикционных – по наличию буксования при передаче максимальных моментов и по работе буксования при переключении ступеней. Описаны алгоритмы их реализации.

Высокая надежность современной автомобильной техники привела к сокращению числа простых дефектов, легко выявляемых ремонтниками на станциях техобслуживания. Если же наблюдается неисправность, то можно указать много вероятных ее причин. Это усложняет проблему диагностики современных автомобилей. Современные подходы в области определения технического состояния транспортных средств заключаются в создании средств оперативного и нормативного диагностирования на основе электронной и компьютерной техники, позволяющих одновременно отслеживать множество параметров, имеющих разную физическую природу, и информировать о величине параметра или сигнализировать о выходе параметра за допустимые пределы. Это создало потребность в новых методиках диагностирования, новом диагностическом оборудовании, значительном объеме сервисной информации. Для удовлетворения этих потребностей разрабатываются новые диагностические средства – бортовые, устанавливаемые на машине и являющиеся частью электронных блоков управления (ЭБУ), и небортовые – внешние средства диагностирования.

Бортовые средства диагностирования – это программное обеспечение ЭБУ, которое позволяет индексировать неисправности соответствующими кодами и содержит процедуры, которые записывают в память регистратора кодов неис-

правностей. В памяти компьютера сохраняются как коды постоянных (текущих) неисправностей, так и тех, которые были обнаружены ЭБУ, но в данный момент не проявляются – это непостоянные (однократные, исторические) коды. Если при возникновении какой-либо неисправности в регистратор записывается строго однозначный код, возникающий под прямым непосредственным воздействием конкретной неисправности и присущий только ей, то такой код является кодом неисправности. Но некоторые неисправности воздействуют на систему диагностики не прямо, а опосредованно, через изменения параметров в ЭБУ. Такие неисправности не имеют своего прямого кода для фиксации в регистраторе, но, как и любые другие неисправности, вызывают нарушение штатного режима работы контролируемой системы. Как следствие, в регистратор неисправностей записывается код сбоя в системе, который называется кодом ошибки. Как правило, код ошибки указывает на несколько возможных неисправностей и в разных подсистемах.

Для доступа к информации, находящейся в ЭБУ, разработаны диагностические тестеры или сканеры, подключаемые через специальный разъем, имеющийся на машине, к конкретному ЭБУ. Контролируемые параметры и коды неисправностей считываются скане-

рами с ЭБУ и интерпретируются специалистами сервиса.

Современные автомобильные микропроцессорные системы управления также обладают некоторыми диагностическими возможностями, которые реализуются во время, когда микропроцессор компьютера не полностью загружен выполнением основных управляющих функций (т. е. в так называемом фоновом режиме). Во время обычной эксплуатации автомобиля бортовой компьютер периодически тестирует электрические и электронные системы и их компоненты. При обнаружении неисправности контроллер компьютера переходит в аварийный режим работы, подставляя подходящее значение параметра вместо того, которое дает неисправный блок, и будет использовать это значение при реализации управляющих алгоритмов, чтобы автомобиль оставался на ходу. Резервное значение будет записано в память ЭБУ как аварийное. Водитель информируется о неисправности с помощью контрольной лампы CHECK ENGINE (проверить двигатель) или светодиода, расположенных на панели приборов. Микропроцессор ЭБУ заносит специфический код неисправности в память, способную сохранять информацию при отключении питания ЭБУ. Это обеспечивается подключением микросхем памяти отдельным кабелем к аккумуляторной батарее или применением малогабаритных подзаряжаемых аккумуляторов, размещенных на печатной плате ЭБУ.

Коды ошибок и коды неисправностей разделяют на активные (hard code) и исторические (historic, soft codes). Код, соответствующий постоянной неисправности, т. е. проявляющейся постоянно, пока ее не устранят, является активным кодом. Если стереть из памяти ЭБУ все коды ошибок, активные коды восстановятся, так как постоянная неисправность по-прежнему существует и вновь определится компьютером. Непостоянные (нерегулярные) неисправности проявляются при определенных условиях (скорость

автомобиля, температура двигателя, расход топлива и т. д.) и не существуют постоянно. После стирания всех кодов из памяти ЭБУ такие коды ошибок могут и не восстановиться, так как неисправность в данное время не проявляется. Коды непостоянных неисправностей называют историческими. Они запоминаются в ЭБУ на некоторое число циклов «запуск–останов двигателя» (обычно 10–60) и при неповторении за данное время стираются.

Лампа CHECK ENGINE на приборном щитке включается автоматически при любом обнаруженном коде неисправности. После появления неисправности, о чем свидетельствует наличие соответствующего кода, электромеханик-оператор должен следовать специальным процедурам локализации неисправности. Эти процедуры обычно оформляются в виде алгоритмов и называются картами поиска неисправностей.

При неисправности датчика в компьютер может посылаться неверная информация, и пока неверный сигнал с датчика будет в пределах нормы, никаких кодов ошибок в память ЭБУ не запишется и аварийная ситуация никак не обозначится. Если управляющие алгоритмы реализуются с использованием неверной информации датчика, то это приведет к ухудшению ездовых характеристик автомобиля. Поэтому в современных ЭБУ осуществляется проверка на рациональность и правильное функционирование, которая заключается в том, что текущие значения сигналов со всех датчиков постоянно проверяются на взаимно-однозначное соответствие со штатными сигналами для данного режима работы двигателя. Штатные значения сигналов хранятся в постоянной памяти микропроцессора ЭБУ.

Толчком к развитию бортовых систем диагностирования стало принятие в 1989 г. в США автомобильного экологического стандарта OBD-I, обязывающего иметь бортовую систему диагностики неисправностей, ведущих к

увеличению загрязнения окружающей среды, а в 1996 г. – стандарта OBD–II. Стандарт предусматривает унификацию процессов, стандартный диагностический разъем, стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики, стандартный список кодов неисправностей, сохранение в памяти ЭБУ кадров значений параметров при появлении кода ошибки (замороженный кадр), мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду, доступ как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, «замороженным» кадрам, тестирующим процедурам и т. д. Обмен информацией между сканером и автомобилем производится согласно международному стандарту ISO 9141 и стандарту SAE J1850. Стандарты устанавливают список кодов ошибок и рекомендуемую практику программных режимов работы для сканера.

Программное обеспечение ЭБУ современного автомобиля многоуровневое. Первый уровень – программное обеспечение функций управления, например реализация впрыска топлива. Второй уровень – программное обеспечение функций электронного резервирования основных сигналов управления при отказе управляющих систем. Третий уровень – бортовая самодиагностика и регистрация неисправностей в основных электрических и электронных узлах и блоках автомобиля. Четвертый уровень – мониторинг, т. е. диагностика и самотестирование в тех системах, неисправность в работе которых может привести к увеличению выбросов автомобильных токсикогенов в окружающую среду.

Тестирование систем может осуществляться во время поездки только один раз, т. е. во время цикла «ключ зажигания включен – двигатель работает – ключ выключен» при выполнении определенных условий. Критерием начала тестирования

могут быть время после запуска двигателя, обороты двигателя, скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки и т. д. Тесты разделяют по уровням. Вначале выполняются тесты первого уровня, затем – последующих уровней. Иногда одни и те же датчики и компоненты должны быть использованы разными тестами – это конфликтующие тесты. Управляющая программа не допускает проведения двух тестов одновременно, задерживая очередной тест до конца выполнения предыдущего.

Управляющая программа осуществляет три вида тестов:

1) пассивный тест, когда выполняется простое наблюдение (мониторинг) за значениями параметров системы;

2) активный тест реализуется вслед за пассивным, когда система не проходит пассивный тест. При этом осуществляется подача тест-сигнала и регистрация реакции системы на него. Тест-сигнал должен оказывать минимальное воздействие на текущую работу исследуемой системы;

3) совмещенный тест. Если активный и пассивный тесты не проходят, то выполняется тест, во время которого режимы двигателя и его подсистем меняются.

Результаты выполнения тестов кодируются. Коды ошибок обнаруженной неисправности записываются в память ЭБУ и зажигается лампа MIL, если неисправность подтверждается в двух поездках подряд.

В соответствии со стандартом OBD–II коды ошибок алфавитно-цифровые, содержат пять символов, например, P0113. Первый символ – буква, указывающая на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ – цифра указывает, как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают на характер неисправности. В стандарте OBD–II используются четыре буквы для обозначения основных электронных систем автомобиля: В – для

корпусной электроники (body); С – для электроники на шасси (chassis); Р – для электронных систем управления силовым агрегатом (power_train); U – тип системы не определен (undefined).

Второй символ (цифра) принимает значения 0, 1, 2, 3. Цифра 0 означает, что код ошибки введен с помощью SAE; цифра 1 указывает на то, что код введен производителем; цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за SAE. Третий символ (цифры от 0 до 9) указывает на подсистему, где произошла неисправность. Например: 1, 2 – системы подачи топлива и охлаждения; 3 – система зажигания; 4 – система контроля за токсичными выбросами; 5 – система контроля оборотов двигателя; 6 – ЭБУ; 7, 8 – трансмиссия; 9, 0 – зарезервировано за SAE.

Последние две цифры в коде ошибки указывают на конкретную причину неисправности. Коды неисправностей различных датчиков, исполнительных механизмов, электронных и электрических цепей организованы в блоки по значениям левой цифры из двух. Правая цифра в блоке соответствует более специфической информации. Например, низкое или высокое напряжение, сигнал вне допустимого диапазона значений и т. д. [1].

Главным критерием выбора метода диагностирования и оборудования являются затраты на диагностирование и обоснованность выбора диагностических параметров изделия или системы. В классической технической диагностике постулируется несколько положений. Для того чтобы можно было использовать параметр выходного процесса в качестве диагностического, он должен быть однозначным, информативным и технологичным.

При решении задачи выбора диагностических параметров в сложных ситуациях сначала определяют возможный набор параметров. Традиционно для этого применяют построение так называемой структурно-следственной схемы механизма, представляющей собой граф-модель, увязывающую в единое целое основные элементы механизма, харак-

теризующие их структурные параметры, перечень характерных неисправностей, подлежащих выявлению, и набор возможных для использования диагностических параметров.

В случае недостатка экспериментальных или экспертных данных можно использовать метод математического моделирования объекта диагностирования. При этом используются результаты исследований с использованием математических моделей и полученных на их основе некоторых функциональных зависимостей.

Пользуясь вышеописанным подходом, составленным на основе инженерного изучения объекта диагностирования, применительно к определенному перечню структурных параметров и неисправностей устанавливают первоначальный перечень диагностических параметров и связи между теми и другими. Затем осуществляется отбор из выявленной исходной совокупности наиболее значимых и эффективных в использовании диагностических параметров. Для этого анализируют, в какой мере исследуемые параметры отвечают требованиям однозначности, информативности, технологичности.

Для измерения количественных значений диагностических параметров используются средства технического диагностирования (СТД). В их состав входят в различных комбинациях: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования; измерительное устройство и устройство отображения результатов. Кроме того, СТД могут включать в себя автоматизированное логическое устройство, осуществляющее постановку диагноза.

Встроенные (бортовые) СТД содержат входящие в конструкцию автомобиля датчики, устройства измерения, микропроцессор и устройство отображения диагностической информации.

Они, как правило, интегрируются с бортовыми компьютерами и позволяют водителю постоянно контролировать состояние элементов привода и рабочих механизмов тормозной системы, расход топлива, токсичность отработавших газов в процессе работы и выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы движения автомобиля или своевременно прекращать движение при возникновении аварийной ситуации. Наличие таких средств позволяет своевременно выявлять наступление предотказных состояний и назначать проведение предупредительных воздействий по фактическому состоянию.

Однако использование встроенных СТД на автомобилях массового выпуска ограничивается их надежностью и экономическими соображениями. В связи с этим на современных автомобилях получили распространение вместо встроенных СТД устанавливаемые (УСТД), которые

отличаются от встроенных конструктивным исполнением средств обработки, хранения и выдачи информации, выполняемых в виде блока, который устанавливается на автомобиль периодически. Плановые и заявочные диагностирования автомобиля, проводящиеся относительно редко, позволяют иметь значительно меньшее количество УСТД по сравнению со встроенными, что экономически выгоднее.

УСТД изготавливаются на базе электронных элементов, поэтому эффективно используется ЭВМ для обработки получаемой диагностической информации о техническом состоянии автомобилей и ее дальнейшего использования для решения задач управления производством ТО и ремонта автомобилей.

При эксплуатации автомобилей наиболее распространено функциональное и тестовое диагностирование (рис. 1).

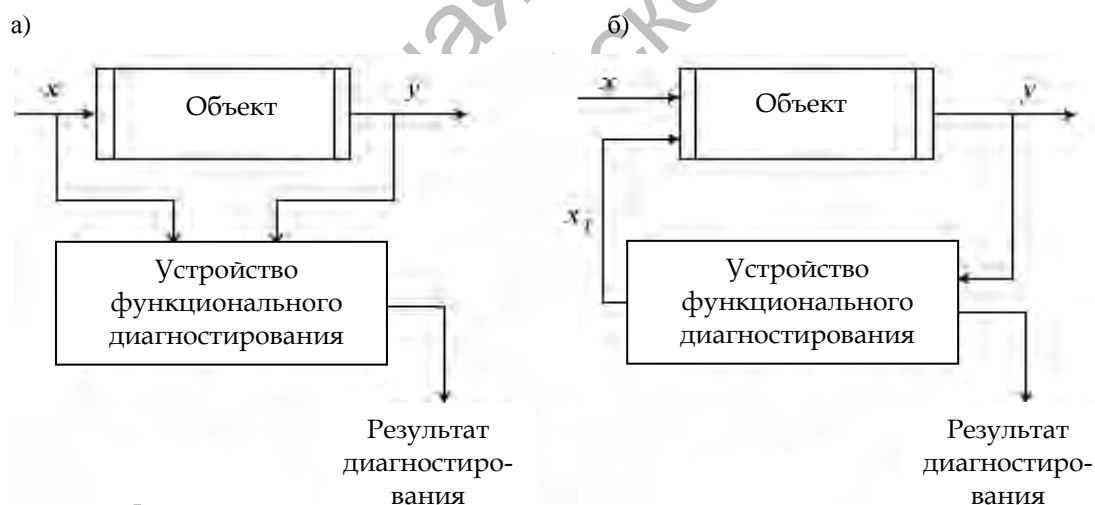


Рис. 1. Структурные схемы диагностирования: а – функциональное; б – тестовое

В первом случае состояние системы определяют по результатам текущего контроля за входными x и выходными y переменными. Во втором случае на систему подают специальные тестовые воздействия x_t . Функциональное диагностирование используют в основном для контроля за технологическими процессами, а для

автоматических устройств контроля, управления и защиты применяют оба вида диагностирования.

Некоторые параметры процессов, вычислительные средства, программное обеспечение проверяют с помощью тестов. При тестовом контроле на вход проверяемого устройства подаются специ-

ально подобранные совокупности входных воздействий, позволяющие наиболее эффективно выявить неисправность (проверяющие тесты). Полученную на выходе реакцию сравнивают с эталонной. Если они совпадают, то устройство на момент контроля находится в работоспособном состоянии. В противном случае устройство неисправно и требует углубленного диагностирования для установления места, причины и вида неисправности.

Важнейшим этапом процесса диагностирования является постановка диагноза. В зависимости от задачи диагностирования и сложности объекта диагноз может различаться по глубине. Для общей оценки работоспособности агрегата, системы, автомобиля в целом применяется нормативное диагностирование, когда выходные параметры используются для постановки альтернативного диагноза «годен», «негоден». Для определения потребности в ремонтно-регулирующих операциях и объемах работ по восстановлению технического состояния транспортных средств требуется более глубокий диагноз, предполагающий локализацию конкретных неисправностей и оценку их влияния на безопасность эксплуатации. В этом случае применяют различные внешние средства, стационарные и переносные – специализированные устройства и стенды, точность, достоверность и трудоемкость получения результатов на которых существенно зависит от степени их автоматизации.

К внешним переносным средствам диагностирования относят приборы контроля состава отработавших газов, автосканеры, мультиметры, мотор-тестеры и другие приборы. В практике диагностирования применяют два способа. Первый способ – на объект диагностирования воздействуют имитатором сигналов датчиков исполнительных устройств в виде эталонных напряжений, токов или частот и фиксируют реакцию объекта в виде диагностического сигнала. В этом случае компьютерный диагностический комплекс через диагностический разъем по стан-

дарту ISO 9141 подключают к электронной системе и с помощью программы контролируют все параметры с выводом информации на дисплей компьютера. На дисплей выводятся как мнемосхема или конфигурация системы, так и числовые данные, хранящиеся в памяти процессора, и переходные процессы в исполнительных механизмах, которые могут служить мерилем исправности системы. На экране дисплея можно проанализировать неисправности системы как имевшие место в процессе эксплуатации, так и выявленные в момент проверки. Второй способ – объект диагностирования выводят на заданный режим работы. С помощью датчиков средства диагностирования анализируют поступающие от объекта сигналы, характеризующие диагностические параметры, например, для системы зажигания – это процессы во вторичной цепи катушки зажигания, для генераторной установки – пульсации и форма выходного напряжения. Эти сигналы можно проанализировать визуально на экране осциллографа или дисплея в сравнении с эталонными, находящимися в памяти контроллера системы. В ряде случаев выдается прогноз технического состояния объекта и конкретные мероприятия с перечнем работ по устранению обнаруженных неисправностей.

Постановка диагноза в случае, когда приходится пользоваться одним диагностическим параметром, не вызывает особых методических трудностей. Она практически сводится к сравнению измеренной величины диагностического параметра с нормативом. Постановка диагноза, когда производится поиск неисправности у сложного механизма, системы и используются несколько диагностических параметров, значительно сложнее. Для решения задачи постановки диагноза в этом случае необходимо на основе данных о надежности объекта выявить связи между его наиболее вероятными неисправностями и используемыми диагностическими параметрами. В практике традиционного диагности-

рования автомобилей здесь часто применяют диагностические матрицы.

Для диагностирования трансмиссий микропроцессорных средств практически нет. Это связано со сложностью реализации микропроцессорными средствами существующих методов диагностирования элементов трансмиссии, их разнородности, необходимости создания тестовых режимов во время диагностики и т. д. Углубленное диагностирование трансмиссий осуществляется по параметрам технического состояния зубчатых зацеплений, подшипников, фрикционных элементов, синхронизаторов, элементов привода (для

гидромеханических трансмиссий – еще и гидротрансформатора).

Анализируя параметры, по которым оценивается техническое состояние элементов трансмиссии, можно прийти к выводу, что все они так или иначе связаны с изменением относительного углового положения ведущего и ведомого валов трансмиссии. Следовательно, установив бесконтактные датчики углового положения валов на входе (опорный сигнал $U1$) и выходе трансмиссии (сигнал зубцовой частоты $U2$), можно приспособить ее для компьютерной диагностики (рис. 2).

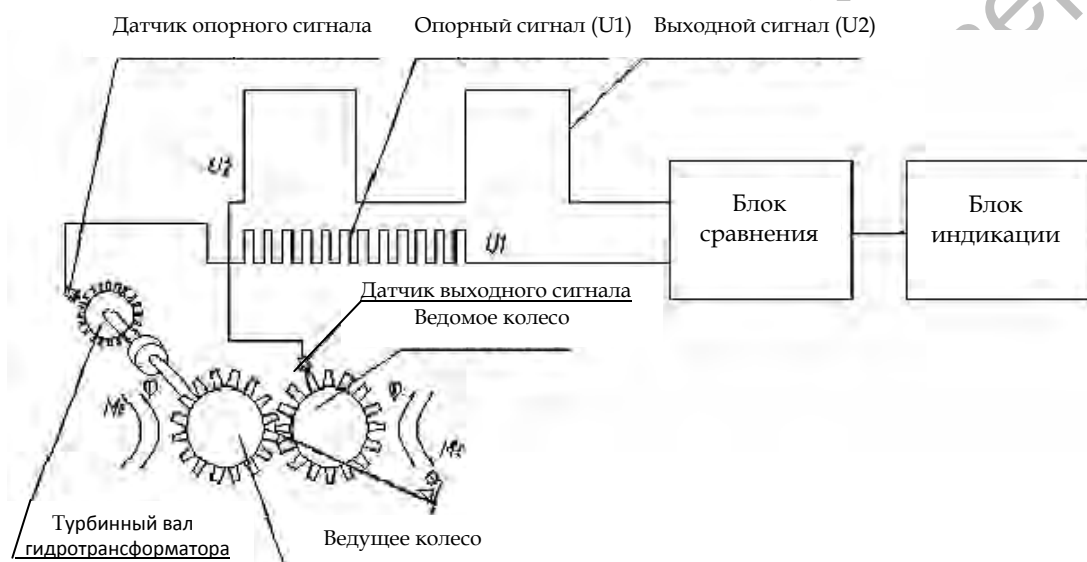


Рис. 2. Схема импульсного метода диагностирования трансмиссии

В этом случае алгоритм поиска единичных дефектов зубьев должен включать анализ шага зацепления на циклических составляющих зубцовой частоты шестерни ведомого вала относительно высокочастотного опорного сигнала, снимаемого с зубчатого венца шестерни, связанной с ведущим валом (рис. 3, а). Отклонение двух последовательных периодов зубцовой частоты $T3$ и $T4$ в количествах импульсов опорного сигнала $N3$ и $N4$ от других значений ($T1$, $T2$, $T5$) будет свидетельствовать о наличии единичного дефекта зуба одной из шестерен. При этом сумма опорных импульсов $T3$ и $T4$ будет равна сумме опор-

ных импульсов на периодах $T1$ и $T2$, поскольку после прохождения единичного дефекта кинематическая связь восстанавливается. По периоду повторного появления дефекта можно установить принадлежность их тому или иному зубчатому колесу, поскольку период обращения у каждого зубчатого колеса свой [2].

Алгоритм определения суммарного углового зазора в трансмиссии, характеризующего боковой износ зубьев, предполагает анализ шага зацепления выходной шестерни при подаче на вход трансмиссии тестового воздействия, направленного на выбор углового зазора.

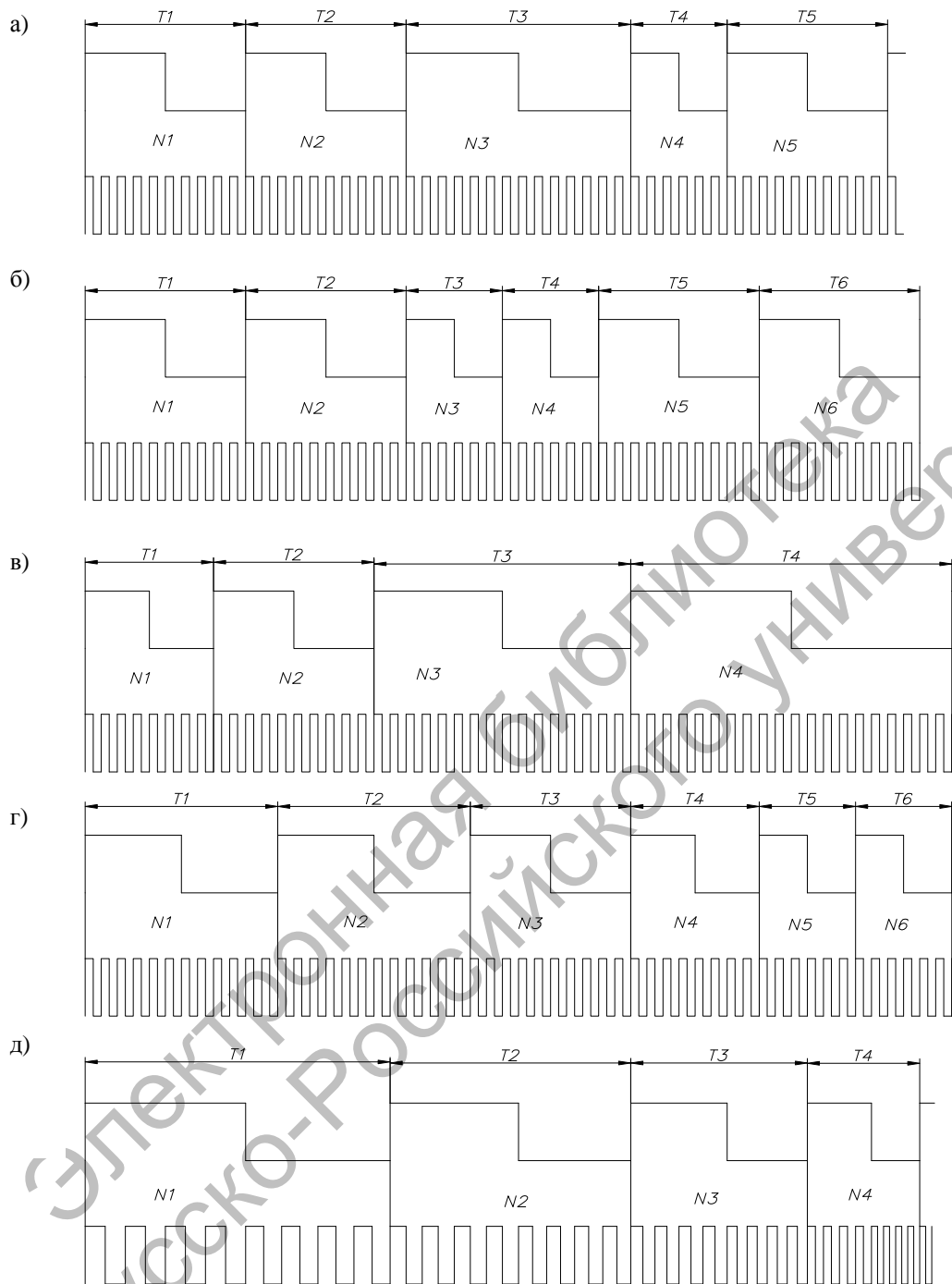


Рис. 3. Схемы распознавания дефектов при импульсном способе диагностирования элементов трансмиссии

Для механических трансмиссий это может быть стэнд с беговыми барабанами, а для гидромеханической – торможение двигателем в процессе движения. При выборе суммарного углового зазора один или несколько периодов зубцовой частоты

(рис. 3, б), например, T_3 и T_4 будут иметь меньшее число опорных импульсов (N_3 и N_4), чем остальные (N_1, N_2, N_5, N_6) соответственно на периодах T_1, T_2, T_5, T_6 [3]. Суммарный угловой зазор в этом случае определяется как от-

ношение суммы отклонений искаженного сигнала от установившегося значения к количеству опорных сигналов за один оборот выходной шестерни с числом зубьев Z :

$$[(N1 - N3) + (N1 - N4)] / (N1 \cdot Z) \cdot 2\pi .$$

Диагностирование состояния фрикционных элементов трансмиссии по буксованию при передаче максимальных вращающих моментов осуществляется по иному алгоритму. При превышении вращающего момента двигателя, создаваемого фрикционом, происходит буксование последнего. В этом случае в каждом последующем периоде зубцовой частоты ($T1 < T2 < T3 < T4$) количество опорных импульсов будет возрастать: $N1 < N2 < N3 < N4$ (рис. 3, в).

Сравнивая количество импульсов опорного сигнала относительно установившегося значения, легко можно определить момент начала буксования фрикционных элементов. Буксование можно определять как в процессе функционирования автомобиля, так и подавая тестовое воздействие на трансмиссию в виде нагрузки со стороны тормозной системы.

Импульсная система позволяет осуществлять диагностирование состояния фрикционных элементов трансмиссии по времени (или работе) буксования при переключении ступеней в коробке передач. Алгоритм диагностирования в этом случае поясняется графиками, отражающими переключение ступеней с низшей передачи на высшую (рис. 3, г). Периоды зубцовой частоты $T1$ и $T2$, соответствующие низшей передаче, имеют до момента начала переключения ступени одинаковое число опорных импульсов $N1 = N2$. После переключения устанавливается жесткая кинематическая связь, и число опорных импульсов в каждом последующем периоде $T5$ и $T6$ будет одинаковым, т. е. $N5 = N6$, при этом $N5 = N2/U$ (U – передаточное число ступени). Сравнивая числа импульсов опорного сигнала в каждом последующем периоде по отношению к предыдущему, отсчитывается время буксования

от момента, когда $N_{i+1} - N_i \neq 0$, до момента, когда периоды уравниваются, т. е. $N_{i+1} - N_i = 0$.

Выбор в качестве диагностического параметра относительного углового перемещения ведущего и ведомого валов позволяет получить однозначный, информативный и технологичный сигнал, легкообрабатываемый компьютерными средствами. Он остается однозначным и на переходных режимах работы. На рис. 3, д показан график изменения диагностических сигналов в процессе разгона. Периоды зубцовой частоты при жесткой кинематической связи между ведущим и ведомым валами в этом случае изменяются ($T1 > T2 > T3 > T4$), а количество опорных импульсов в каждом периоде не меняется: $N1 = N2 = N3 = N4$.

Таким образом, для адаптации трансмиссий машин к компьютерной диагностике достаточно оснастить их, как минимум, двумя датчиками опорной и зубцовой частот, связанных с ведущей и ведомой шестернями трансмиссии. Для сложной трансмиссии, имеющей основную, дополнительную, раздаточную коробки, коробку отбора мощности и др., количество датчиков информации может быть значительно большим. Информативность диагностического сигнала при соответствующем алгоритме обработки позволяет с высокой точностью и минимальными затратами установить техническое состояние основных элементов трансмиссий машин, определить остаточный ресурс и назначить сроки ремонтов, что существенно снижает эксплуатационные затраты.

Реализацию импульсного метода диагностирования зубчатых зацеплений трансмиссии можно проводить как для стационарных стендов, так и для устанавливаемых или бортовых систем диагностирования. Хотя в последнем случае в структуру программного обеспечения бортовой системы диагностики необходимо вводить особый режим тестирования трансмиссии (для специалистов сервиса) или непрерывно и одно-

временно в процессе движения отслеживать состояние элементов трансмиссии по алгоритмам, приведенным выше.

Представленный материал показывает возможность создания компьютерных систем диагностики основных элементов механических и гидромеханических трансмиссий. Анализ структуры, общих подходов, требований общеевропейских стандартов к системам диагностики позволяет создавать их на высоком техническом уровне, соответствующем мировому. Заложенные в них идеи защищены патентами Республики Беларусь. А потребность в использовании таких систем достаточно высока как на внутреннем рынке, так и за пределами Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Максименко, А. Н.** Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин / А. Н. Максименко, Г. Л. Антипенко, Г. С. Лягушев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 302 с.

2. **Пат. 6802 ВУ, С1 G 01 М 13/02.** Способ диагностирования зубчатых зацеплений механических передач / Г. Л. Антипенко [и др.] (РБ) ; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а20020570 ; заявл. 02.07.02 ; опубл. 30.03.05. – 5 с. : ил.

3. **Пат. 9279 ВУ, С1 G 01М 13/02.** Способ диагностирования зубчатых зацеплений механических передач / Г. Л. Антипенко [и др.] (РБ) ; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № а 20040773 ; заявл. 02.07.02 ; опубл. 30.06.07. – 4 с. : ил.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 17.11.2008

G. L. Antipenko, V. A. Sudakova, M. G. Shambalova
Ways of creation of computer diagnostic devices
of transmissions of transport vehicles

The creation history, common approaches and the structure of the board computer systems of vehicles diagnostics are considered in the paper. The requirements of OBD-II standard which are to be considered while developing one's computer diagnostic devices are given. The impulse way of diagnosing of toothed components of a transmission according to the parameters of a total angular pitch and kinematic irregularity of rotation of the output shaft is given in the article. The article presents the way of diagnosing friction elements on slipping presence at maximum torque transfer and operation of slipping. Algorithms of their realization are described in the paper.