

УДК 629.113

В.Г. Дыгало, Е.С. Ларин, В.В. Котов, Л.В. Дыгало, А.Е. Сморгчов, Д.С. Деянов

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРИВодОВ СИСТЕМ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Волгоградский государственный технический университет

Рассматривается создание комплекса средств диагностики приводов систем активной безопасности автомобиля. Проводится анализ особенностей диагностирования систем электронного контроля устойчивости, разбираются основные недостатки и методы диагностики, характеристики, общие понятия. Приводится описание системы, позволяющей проводить диагностику систем активной безопасности.

*Ключевые слова:* антиблокировочная система тормозов, диагностика, системы активной безопасности автомобиля.

Современные ABS относятся к сложным системам электропривода (рис. 1). Данная система электропривода является неотъемлемой частью тормозной системы современного автомобиля. Однако эффективное использование любых систем с электрическим приводом в эксплуатации возможно лишь при успешной реализации методов контроля за их техническим состоянием. В противном случае (особенно это касается использования автоматических систем) можно получить гораздо более опасную ситуацию (вызываемую некорректной работой исполнительных электроприводов). Вместе с тем, с представлениями о контроле за техническим состоянием тормозной системы автомобиля с ABS еще многое не ясно. Следует так же учесть, что система электропривода тормозов является составной и неотъемлемой частью тормозной системы автомобиля. В таком случае, по отклонению рабочих процессов тормозной системы автомобиля, можно определять неисправность системы электропривода на ранних стадиях. Попробуем разобраться в существующей проблеме.

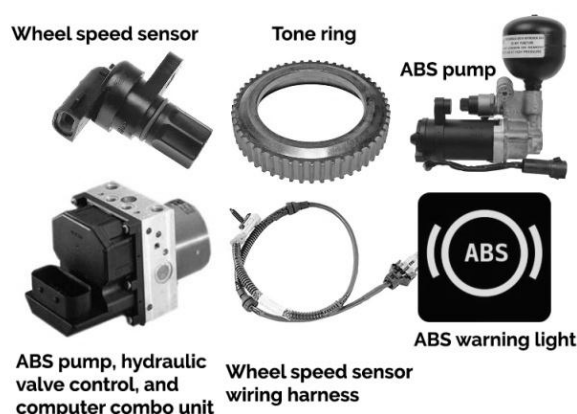


Рис. 1. Компоненты привода ABS

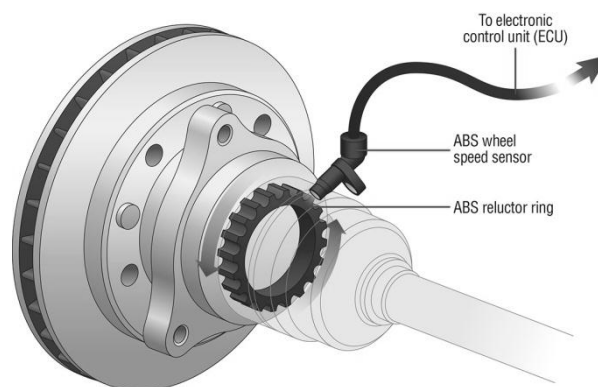
Для проверки эффективности применяются два основных метода – дорожный и стендовый. При *дорожном методе* главными критериями оценки являются: тормозной путь, установившееся замедление, линейное отклонение и уклон дороги, на котором неподвижно удерживается АТС при проверке стояночного тормоза, а при *стендовом* оценивается общая удельная тормозная сила, время срабатывания тормозной системы и коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси. Общим диагностическим параметром рассматриваемых методов является усилие на рабочем органе привода автоматизированной тормозной системы. Очевидно, что данные методы в большей мере нацелены на проверку механических элементов тормозной системы и не пригодны для проверки системы электропривода.

Для контроля исправности ABS производители используют систему самоконтроля, которая нацелена на проверку исправности электрических цепей и уровня сигнала. Обрыв цепи питания модулятора или датчика немедленно приведет к отключению ABS и подаче предупреждающего сигнала водителю. Очевидно, что данная система не исчерпывает все возможные неисправности ее элементов. К принятым во внимание можно добавить такие, как – изменение сечения каналов модулятора вследствие их засорения, заклинивание клапанов модулятора, задержка при срабатывании клапанов, угловая податливость статора датчика ABS, повышенное контактное сопротивление, неисправности элементов платы блока управления, ошибки в логике управления блока ABS и т.п. Так же система не учитывает состояние рабочей тормозной системы автомобиля. Необратимые изменения, происходящие с приводом тормозной системы, такие как – износ фрикционных накладок тормозных колодок, износ тормозного диска/барабана, старение тормозной жидкости (обусловленное накоплением микрочастиц резины от износа манжет поршней рабочих и главного тормозных цилиндров, частиц ржавчины, поглощение влаги из воздуха) и т.п. – неизбежно влияют на эффективность работы тормозной системы автомобиля. В таком случае корректная работа ABS сохраняется, но эффективность торможения падает, вплоть до отказа системы. Важно, что при таких неисправностях система самодиагностики ABS сигнала об отказе не подает.

Если проанализировать самодиагностику блока ABS, то можно сделать вывод, что в настоящее время доступен лишь небольшой перечень дефектов системы. Перечень кодов отказов блока ABS автомобиля можно разбить на несколько групп:

1. Контроль электрических сетей;
2. Контроль связи с блоками по шине CAN;
3. Верификация данных входящих сигналов и контроль блока управления;
4. Контроль тормозной системы.

Рассмотрим данные группы подробно. Коды отказов первой группы – контроль электрических цепей. Коды возникают в момент, когда блок управления ABS отмечает изменения напряжения сигналов, поступающих от каждого датчика скорости колеса. При выявлении обрыва или короткого замыкания в цепи, блок управления ABS сохраняет код диагностики. Возможная причина: повреждён жгут электропроводки или разъёма, шумовые помехи, неисправность датчика скорости колеса, неисправность ABS-ECU.



**Рис. 2. Датчик скорости ABS**

Так же есть коды отказов, отвечающие за свои клапана гидравлического блока ABS. Причина возникновения кодов отказов – это неисправность ABS-ECU. Эти коды диагностики будут выданы, если на электромагнитный клапан не поступает питание, даже если электронный блок ABS включил транзистор или после того, как ЭБУ ABS выключает транзистор, на электромагнитный клапан все ещё поступает питание, а также при выявлении неисправности электромагнитного клапана.

Остальные коды группы контроля электрических цепей так же направлены на выявление дефектов в электрических цепях элементов антиблокировочной системы и соединяющих

проводах, а также контроль слишком высокого или низкого напряжения в бортовой сети автомобиля.

Во второй группе (контроль связи с блоками по шине CAN) все коды отвечают за коммуникацию между блоками. Проверки заключаются в процедуре поиска электрических неисправностей проводов шины CAN, измерению сопротивления оконечных резисторов и оценке загруженности сообщениями компьютерной сети по среднему напряжению.

Третья группа кодов даёт возможность контролировать достоверность получаемых данных с датчиков и состояние энергонезависимой памяти. Во время движения автомобиля блок управления ABS отслеживает сигналы от каждого датчика скорости колеса. Если в сигналах от этих датчиков выявлено беспорядочное изменение сигнала или значение сигнала все время очень высоко, записывается соответствующий код диагностики и загорается контрольная лампа на панели приборов.

Во время движения транспортного средства блок управления ABS отслеживает сигналы от каждого датчика скорости колеса. При отсутствии сигнала или если показания постоянно ниже сигналов от датчиков скорости других колёс, сохраняется соответствующий код диагностики. Причины неисправности следующие: слишком большое расстояние между датчиком скорости колеса и задающим диском, неисправность подшипника колеса, деформация задающего диска, налипание инородных материалов на датчик скорости колеса и/или задающий диск, неисправность датчика скорости колеса, ненадлежащая установка датчика скорости колеса, неисправность ABS-ECU, нарушение рисунка намагниченности задающего диска, изменилось количество полюсов (северных и южных) магнитного задающего диска.

Если в сигналах датчиков скорости вращения колеса выявлены какие-либо периодические спады, блок управления ABS выдаёт соответствующие *коды диагностики*. Причины не сильно отличаются от описанных ранее: неисправность подшипника колеса, деформация задающего диска, выкрашивание зубьев задающего диска, налипание инородных материалов на задающий диск, неисправность ABS-ECU, нарушение рисунка намагниченности задающего диска. Диагностика по данным кодам состоит лишь из проверки подшипника и задающего сектора. Из чего можно сделать вывод, что периодические спады в сигнале датчика скорости колеса вызываются циклическим вращением неисправного элемента – подшипника с нанесённым на него задающим сектором.

*Код неисправности выключателя стоп-сигнала.* Он выдаётся, если транспортное средство прошло достаточно большое расстояние с включённым выключателем стоп-сигнала или когда выключенное положение датчика выключателя стоп-сигнала не соответствует положению транспортного средства. Диагностика по данному коду состоит из проверки шины CAN, как обязательная, проверка правильности установки датчика в посадочном месте и его регулировки, проверка самого датчика стоп-сигналов и поиск неисправности в электропроводке.

*Код «неправдоподобные диагностические данные»* возникает в случае ненадёжности информации, хранящейся в EEPROM (Электрическое ПЗУ с возможностью стирания информации и программирования). Данные о неисправностях, хранившиеся в прошлом, никуда не выводятся, и выдаётся лишь этот код диагностики, так же данный код диагностики может возникнуть, когда отключилось питание блока управления ABS или упало напряжение в момент записи данных в электрическое ПЗУ с возможностью стирания информации и программирования. Причины возникновения неисправности *следующие*: при включённом зажигании разъем блока ABS или клемма аккумуляторной батареи отключены, плохо закреплённая клемма аккумуляторной батареи, ненормальная работа аккумуляторной батареи, повреждённые электропроводки или разъёмы, неисправность ABS-ECU. Диагностика сводится к проверке бортового напряжения сети автомобиля и питающих проводов блока ABS. Если по результатам проверки неисправность не выявлена, руководство рекомендует заменить блок ABS в сборе.

Во время работы системы ABS-ECU постоянно контролирует свои эксплуатационные параметры. При обнаружении каких-либо отклонений выдаётся код C2200. Единственная возможная причина – это отказ блока управления ABS. Диагностика сводится к проверке

шины CAN. Если там не обнаружено неисправностей, блок ABS должен быть заменён. Из практики по диагностике известно, что данный код возникает при не правильном или при прерванном перепрограммировании блока управления ABS. Из чего можно сделать вывод, что в данном случае блок контролирует контрольные суммы своего программного обеспечения.

К четвертой группе относятся коды, являющиеся одним и тем же кодом, но для разных колёс. Причины возникновения *следующие*: повреждён жгут электропроводки или разьёмы, внешние шумовые помехи, неисправность датчика скорости колеса, неисправность ABS-ECU, слишком большое расстояние между датчиком скорости колеса и задающим диском, налипание инородных материалов на датчик скорости колеса и/или задающий диск, неисправность подшипника колеса, ненадлежащая установка датчика скорости колеса, деформация задающего диска, нарушение рисунка намагниченности задающего диска, выкрашивание зубьев задающего диска. Вероятная причина возникновения кода неисправности: давление тормозной жидкости, которое остаётся продолжительное время высоким или низким. Поскольку автоматизированная тормозная система не имеет необходимого набора датчиков давления, оно рассчитывается по датчикам скорости вращения колёс. Соответственно диагностика будет заключаться в проверке датчиков скорости колёс. Проверка по этой группе кодов мало чем отличается от проверки по другим неисправностям датчиков скорости вращения. Проверки тормозной системы или исправности гидравлического блока нет ни на одном из этапов.

*Код, отвечающий за поступление тормозной жидкости в узел гидросистемы ABS.* Причины возникновения кода отказа – это ненадлежащий узел гидросистемы (для поставки на завод) и неисправность блока управления ABS. Процедура проверки по данному коду включает в себя только два пункта – проверка шины CAN (как обязательную для всех кодов) и сброс кода неисправности. Если ошибка появляется вновь, необходимо заменить блок ABS в сборе. Из этого следует, что если произошла утечка тормозной жидкости, необходимо заменить блок ABS. Не опытный механик вполне может последовать данной процедуре и выполнить предписание.

Проведенный анализ перечня кодов отказов системы бортовой диагностики показывает, что возможные причины неисправности, такие как шумовые помехи, никак не проверяются. То есть электронный блок управления может зафиксировать помехи, но процедура проверки отсутствует. Это приводит к тому, что поиск неисправного элемента закончится неудачей, либо укажет на исправный узел, чётко следуя процедуре диагностики. Проверки тормозной системы или исправности гидравлического блока нет ни на одном из этапов.

Очевидно, что бортовая диагностика электропривода ABS не охватывает весь перечень возможных неисправностей.

Из-за этого возникают ложные замены и ошибочные ремонты. Так же выпадает из поля зрения системы ряд неисправностей, таких как налипание ферритмагнитной пыли на датчик или задающий ротор, засорение тормозных трубок, изменение сечения каналов, зависание клапанов гидроблока ABS, постоянно действующие помехи (например, из за установленного дополнительного оборудования), ошибочные данные и команды в сети CAN, внутренние отказы блока управления ABS, повреждение печатной платы блока управления ABS и т.д. Так же не покрываются и комплексные неисправности, т.е. когда есть совместное действие двух и более неисправностей. Данные случаи являются одними из самых сложных, потому что их совместное действие может ввести в заблуждение систему самодиагностики.

Анализ существующих методов диагностики показывает, что подавляющее большинство направлено на контроль датчиков скорости колёс и компьютерную шину CAN. Даже не смотря на то, что система может отследить отклонения по давлению, отсутствие тормозной жидкости, контролировать достоверность поступающих параметров и целостность электрических цепей, диагностика является достаточно примитивной и сводится к проверке электрических цепей.

Следует так же учесть, что система электропривода тормозов является составной и неотъемлемой частью тормозной системы автомобиля. В таком случае, по отклонению рабочих процессов тормозной системы автомобиля, можно определять неисправность системы электропривода на ранних стадиях.

Испытания автоматизированной тормозной системы автомобиля проводятся по мере необходимости. Малейшие изменения в работе системы остаются без внимания и приводят к отказу системы в будущем.

В таком случае становится очевидным, что необходимо бортовое оборудование, следящее за состоянием тормозной системы и ABS в режиме реального времени. Как было описано ранее, существующее бортовое диагностическое оборудование необходимую информацию в полной мере не предоставляет.

Выходом из данной ситуации является внедрение дополнительного диагностического комплекса. Он состоит:

- 1) из массива диагностических датчиков;
- 2) блока анализа данных

Массив датчиков позволяет фиксировать параметры движения автомобиля в режиме торможения, такие как – начальная скорость, замедление, вращение автомобиля относительно вертикальной оси, вращение автомобиля относительно поперечной и продольной оси, тормозной путь, наличие блокировки колеса. Очевидно, что режим торможения автомобиля зависит от физических параметров водителя и реализуемого режима торможения и управления траекторией движения – усилие на педали тормоза, интенсивность торможения, положение рулевого колеса при торможении (угол поворота), время торможения, положение рычага КПП (для механической КПП), положение педали сцепления. Так же режим торможения зависит от параметров среды – температуры, типа покрытия, погодных условий, времени суток.

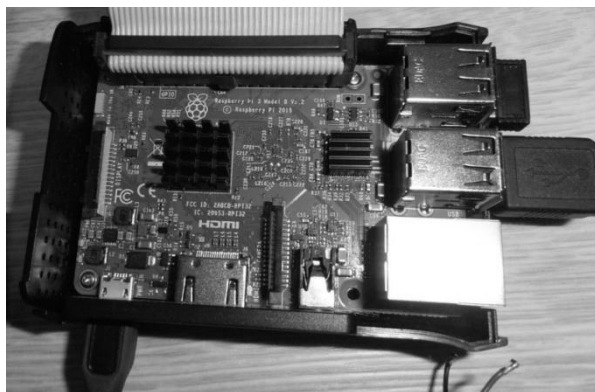
Дополнительный диагностический блок получает данные о рабочих процессах элементов тормозной системы автомобиля и ABS в режиме реального времени.



Рис. 3. Схема диагностического комплекса

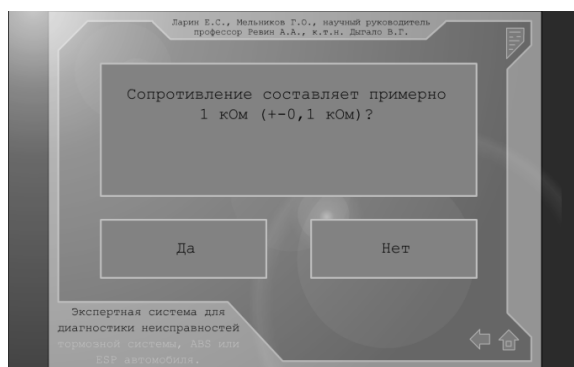
Данные, полученные диагностическими датчиками, анализируются микрокомпьютером (диагностическим блоком). Для того чтобы диагностическая система была воспроизводимой,

роль диагностического блока выполнена микрокомпьютером Raspberry Pi 3.



**Рис. 4. Диагностический блок (микрокомпьютер)**

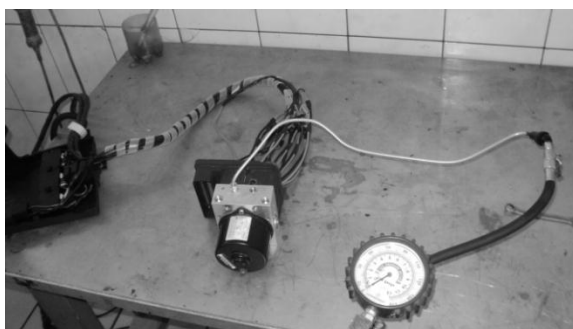
Датчики подключаются через встроенный интерфейс PLD-40 (GPIO, UART, I2C, SPI). Этот интерфейс допускает подключение различных датчиков состояния. Операционная система Raspberry Pi 3 имеет необходимое программное обеспечение для обработки и анализа сигналов, поступающих на PLD-40, а также для организации алгоритма анализа сигналов в программный продукт с пользовательской графической оболочкой.



**Рис. 5. Графический интерфейс**

Для апробации и отладки диагностического комплекса, а также изучения закономерностей рабочих процессов в приводе автоматизированной тормозной системы автомобиля используется полноразмерная модель автоматизированной тормозной системы автомобиля.

Модель дает возможность симулировать рабочие процессы привода автоматизированной тормозной системы автомобиля.



**Рис. 6. Подключение к соленоидам блока ABS**

Блок сопряжен с компьютером через кабель для передачи сигналов управления реле, с устройством ABS с помощью электрических проводов, припаянных к выводам соленоидов и

электродвигателя. Для работы соленоида компьютер посылает управляющий сигнал на реле, которое активирует внутренний диод и позволяет подать питание на управляемый соленоид.

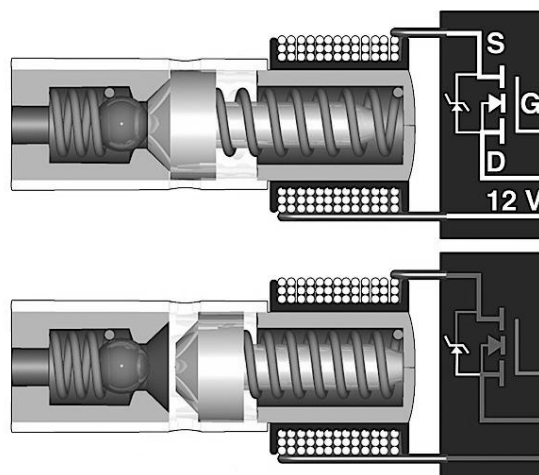


Рис. 6. Соленоид ABS

Прямое управление соленоидами и эмуляция сигналов датчиков скорости колеса позволяют симулировать любые режимы работы тормозной системы.

Использование полноразмерной модели, а не автомобиля, позволяет симулировать различные неисправности автоматизированной тормозной системы и изучать соответствующие отклонения рабочих процессов без какого-либо риска для безопасности водителя/оператора.

Так, например, рассмотрим влияние увеличения времени запаздывания срабатывания клапанов модулятора на рабочий процесс затормаживания колеса. Исследования проводились в диапазоне изменения времени запаздывания 0,03 - 0,09 с. Они показали, что проявление данной неисправности более явно выражено при торможении на поверхности со средними значениями коэффициента сцепления, например, мокрый асфальтобетон, с высоких начальных скоростей при снаряженном состоянии ТС. Это обстоятельство обусловлено тем, что при данных условиях за время торможения совершается наибольшее число циклов регулирования работы ABS, что позволяет четче проследить характер проявления указанной ранее неисправности.

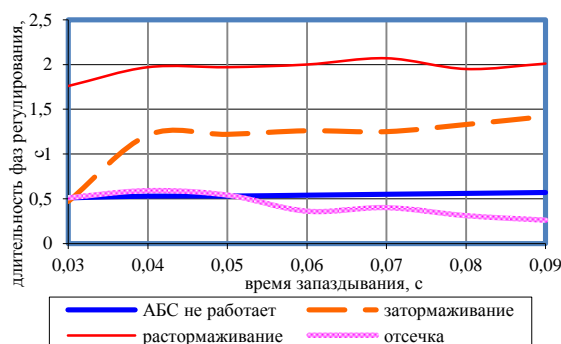
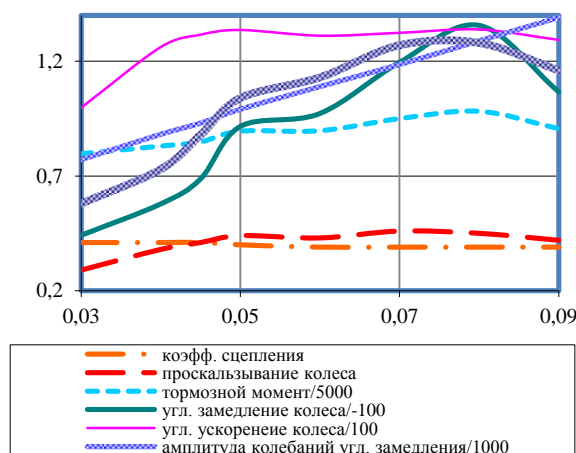


Рис. 7. Изменение продолжительности фаз работы ABS при торможении на мокром асфальтобетоне в результате увеличения времени запаздывания срабатывания клапана модулятора

Как следует из сопоставления физических картин динамических процессов затормаживания колеса автомобиля на мокром асфальтобетоне при увеличении времени запаздывания срабатывания клапана модулятора до 0,05 с и 0,09 с, соответственно, с начальной скоростью торможения  $V_0 = 19,4$  м/с (70 км/ч), с увеличением времени запаздывания срабатывания кла-

пана модулятора увеличивается время пребывания колеса в состоянии юза, причем нестабильно, особенно в средней части процесса торможения, в период времени от 1,5 до 3 с. Это явление негативно сказывается на устойчивости ТС. Кроме того, при незначительном увеличении времени запаздывания срабатывания клапана наблюдается переход ABS в некоторых циклах на двухфазное регулирование, так как дальнейшее увеличение времени запаздывания срабатывания клапана приводит к нестабильности отработки фазы «отсечки». Вместе с тем, при оценке продолжительности основных фаз работы ABS отмечено, что снижение эффективности регулирования является также следствием значительного (от 0,47 до 1,42 с) увеличения фазы затормаживания и менее значительного, но явно выраженного роста времени до вступления ABS в работу.

Для выработки рекомендаций по выбору диагностических признаков увеличения времени запаздывания срабатывания клапана модулятора рассмотрим изменение среднереализованных значений основных параметров при торможении на мокром асфальтобетоне (рис 9). Как видно из графиков, во всем рассматриваемом диапазоне увеличения времени запаздывания срабатывания клапана модулятора происходит снижение (до 4,9 %) среднереализованного коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием.



**Рис. 8. Изменение среднереализованных значений основных параметров при торможении на мокром асфальтобетоне в результате увеличения времени запаздывания срабатывания клапана модулятора**

Это подтверждает отрицательное воздействие анализируемой неисправности на эффективность работы ABS. Следует отметить, что значения остальных среднереализованных параметров во всем рассматриваемом диапазоне превышают свою начальную величину, соответствующую кондиции модулятора. Однако в качестве диагностического признака увеличения времени запаздывания срабатывания клапана модулятора, следует использовать увеличение амплитуды колебаний углового замедления колеса, так как ее изменение во всем диапазоне происходит практически по линейной зависимости, что будет положительно влиять на точность постановки диагноза. Кроме того, данный параметр отвечает требованиям как информативности, так и чувствительности, поскольку его приращение достигает 44,5 %.

В зависимости от заданных начальных условий торможения при помощи микрокомпьютера можно различать режимы торможения (экстренное торможение, служебное торможение, частичное торможение, полное торможение, торможение двигателем, торможение запасной тормозной системой) и запоминать рабочие параметры тормозной системы и ABS автомобиля. Указанные данные сортируются и сохраняются в ПЗУ микрокомпьютера, с учетом моделируемого режима торможения. Пример данных о давлении в тормозном приводе, зафиксированных по четырем колесам, приведен на рисунке далее.



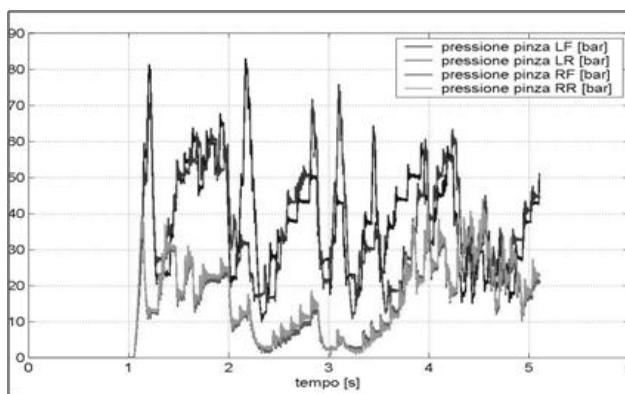


Рис. 9. Давление в тормозном приводе

Данные, получаемые в процессе торможения, записываются и сравниваются с данными, полученными при аналогичных условиях и записанными в ПЗУ ранее. При значительном отклонении микрокомпьютер подает оператору информацию о том, что система электропривода неисправна. При этом, основываясь на полученных данных, система делает заключение о возможных неисправностях.

В случае обнаружения микрокомпьютером неисправности, собранные данные о параметрах работы тормозной системы и ABS могут быть полезны при проведении ремонта и позволят на начальном этапе отследить отклонение рабочих параметров и предупредить отказ какого-либо элемента.

Диагностический комплекс по малейшим отклонениям рабочих процессов автоматизированной тормозной системы автомобиля позволяет определить неисправность на этапе ее зарождения.

Важным отличием от существующих систем диагностики является возможность установления точной неисправности элемента автоматизированной тормозной системы автомобиля, а также установление причины возникновения неисправности. Эффективность процесса диагностики повышается, что приводит к сокращению возможности повторного возникновения неисправности.

Использование диагностической системы в комплексе со стендовой моделью шасси позволяет проводить адаптацию системы, в случае внесения изменений в конструкцию автоматизированной тормозной системы автомобилем производителем.

#### Библиографический список

1. ГОСТ Р 41.13–99 (Правила ЕЭК ООН №13). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – Введен впервые ; введ. 01.07.00. – М. : Стандартинформ, 2006. – 113 с.
2. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – Введен впервые ; введ. 01.01.02. – М. : Стандартинформ, 2008. – 39 с.
3. Mitsubishi Lancer X Service Manual & Body Repair Manual, MY 2011-2015 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : [http://mmc-manuals.ru/manuals/lancer\\_x/online/Service\\_Manual\\_2008-2012/2015/index\\_M1.htm](http://mmc-manuals.ru/manuals/lancer_x/online/Service_Manual_2008-2012/2015/index_M1.htm)
4. **Revin, A.** [et al.] 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 315 012020
5. **Dygalo, V.** [et al.] 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 315 012007
6. **Ревин, А.А.** Комплексное моделирование в цикле проектирования автомобилей и их систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Автомобильная промышленность. – 2002. – №11. – С. 29–30.
7. **Дыгало, В.Г.** Средства виртуальных испытаний автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст.// ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – С. 67–73.

8. **Ревин, А.А.** Виртуальные испытания в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Наука – производству. – 2005. – №1. – С. 43–47.
9. **Дыгало, В.Г.** Стенд для комплексных лабораторных испытаний ЭГТС / В.Г. Дыгало [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 34–35.
10. **Дыгало, В.Г.** Виртуально-физическая технология лабораторных испытаний систем активной безопасности автотранспортных средств: монография / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин; ВолгГТУ. – Волгоград, 2006. – 316 с.
11. **Дыгало, В.Г.** Виртуально-физическая технология моделирования в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2007. – Т. 8. – № 2. – С. 13–15.
12. **Ревин, А.А.** Комплексная технология моделирования тормозной динамики автомобиля: монография / А.А. Ревин; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2000. – 92 с.
13. **Ревин, А.А.** Исследование тормозной динамики автомобиля методами комплексной технологии моделирования: учеб. пособие / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2001. – 122 с.
14. Martin Maier and Klaus Müller, Robert Bosch GmbH, ABS 5.3: The New and Compact ABS5 Unit for Passenger Cars, SAE Technical Paper Series 950757, 1995.
15. Reiner Emig, H. Goebels, and H. J. Schramm, Robert Bosch GmbH, Antilock Braking Systems (ABS) for Commercial Vehicles – Status 1990 and Future Prospects, SAE Technical Paper Series 901177, 1990.
16. Bosch, Automotive Braking Systems, Robert Bosch GmbH, 1995.
17. **Дыгало, В.Г.** Применение электронных компонентов для диагностики тормозных систем автомобиля / В.Г. Дыгало, Е.С. Ларин, Ю.М. Никитин // International Science Project (Финляндия). – 2017. – № 9. – Р. 9–10.

*Дата поступления  
в редакцию 30.05.2018*

**V.G. Dygalo, E.S. Larin, V.V. Kotov, L.V. Dygalo, A.E. Smochkov, D.S. Dejanov**

## **DIAGNOSTIC COMPLEX OF ACTIVE SYSTEM ACTIVE SAFETY ACTUATORS**

Volgograd state technical university

**Purpose:** The presented approach to the complex diagnostics of the drive of an automated brake system of a car with ABS.

**Methodology:** We propose to introduce a system that allows to diagnose the drives of active safety systems in the complex.

**Research implications:** The study was the basis for creating a diagnostic complex, which makes it possible to establish the presence of a malfunction in the early stages.

**Conclusions:** Modern automated brake control systems with inadequate on-board performance monitoring tools. The created diagnostic complex is designed to solve this problem.

*Key words:* anti-lock brakes, diagnostics, active safety systems.