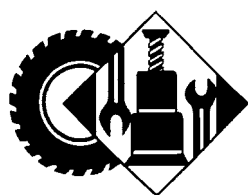


Рис. 5. Инлеи радиочастотных меток:  
 а — типа TwinTag; б — типа TwinTag mini; в — типа M1847

ся от  $40 \times 20$  мм до  $120 \times 120$  мм. В RFID-метках можно использовать микрочипы *UCODE* стандарта *EPC Class1 Gen2*, работающие на частотах 860—960 МГц. На рис. 5, а показан инлей типа TwinTag размером  $54 \times 31$  мм, на рис. 5, б — инлей типа TwinTag mini размером  $32 \times 12$  мм производства ООО "РСТ-Инвент" (Санкт-Петербург), а на рис. 5, в — инлей типа M1847 размером  $74 \times 18$  мм производства ПАО "Микрон" (Зеленоград).

При необходимости на наружную поверхность одной из обкладок метки может быть нанесена вспомогательная информация, например, место, дата изготовления и индивидуальный учётный номер *RFID*-метки; товарный знак изготовителя радиочастотной метки и/или знак обслуживания уполномоченного учреждения-контролёра; кодированная идентификационная информация, дублирующая по меньшей мере часть записи в *RFID*-метке.

Уникальную идентификационную информацию в соответствии с требованиями учётной системы индивидуально записывают в память микрочипа каждой метки либо заблаговременно, либо уже после установки её на маркируемую шину. Считывание идентификационной информации может осуществляться как индивидуально с каждой отдельной *RFID*-метки, так и с нескольких меток одновременно.



## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 629.114

### МОДЕРНИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ БОРТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Кандидаты техн. наук **ГЕРАЩЕНКО В.В., КОВАЛЕНКО Н.А., ЩУР А.В.;  
 ЗАЙЦЕВ А.И.**

Белорусско-Российский университет (+375222-23-04-26);  
 Высшая школа техносферной безопасности Санкт-Петербургского  
 Политехнического университета Петра Великого (921.145-20-71)

*Предложено модернизированное устройство для бортового диагностирования тормозной системы автомобиля, повышающее точность определения такого диагностического параметра, как время торможения. Позволяет повысить безопасность вождения путём предотвращения эксплуатации автомобилей с неисправной тормозной системой.*

**Ключевые слова:** автомобиль, бортовое диагностирование, тормозная система, датчик перемещения тормозной педали, датчик перемещения кузова, параллельный регистр, электронный суммирующий счётчик, автоколебательный мультивибратор, дифференцирующая цепь.

### Gerashchenko V.V., Kovalenko N.A., Schur A.V., Zaytsev A.I. THE MODERNIZED DEVICE FOR DIAGNOSTICS OF BRAKE SYSTEM OF THE CAR

*Upgraded the proposed device for diagnostics of brake system of the vehicle, increasing accuracy of determination of diagnostic parameter as the braking time. Allows to increase the driving safety by preventing the operation of vehicles with faulty brakes.*

**Keywords:** car, vehicle diagnostics, brake system, the displacement sensor brake pedal sensor, movement of the body, parallel register, electronic total counter, self-oscillating multivibrator, differentiating circuit.

Отказы тормозной системы относятся к числу тех отказов автомобиля, которые приводят к наиболее тяжёлым по своим последствиям ДТП. Поэтому большинство водителей внимательно относятся к контролю состояния тормозов при каждой поездке, оценивая, пусть и субъективно, ход педали и эффективность торможения. Находят применение на автомобильной технике и бортовые диагностические устройства, помогающие оценить те же показатели более объективно и точно.

В частности, известно устройство для бортового диагностирования тормозной системы автомобиля, выполненное в виде цифрового преобразователя [1], и содержащее датчик перемещения тормозной педали с импульсным шелевым преобразователем, первую дифференцирующую цепь, восьмиразрядный суммирующий электронный счётчик с восемью выходами, входом установки нуля и счётным входом, восемь све-

тоизлучающих диодов, каждый из которых соединён с одним из восьми выходов счётчика, резисторы, автоколебательный симметричный мультивибратор. Оно позволяет определять полное время торможения автомобиля, определяемое как промежуток времени между моментом нажатия на педаль и моментом окончания процесса торможения.

К сожалению, это устройство данный диагностический параметр измеряет недостаточно точно, так как момент окончания процесса торможения опять же определяется субъективно водителем, когда он отпускает педаль тормоза. В результате измерение времени торможения отличается погрешностью. Из-за недостаточной точности определения диагностического параметра, неисправности в тормозной системе обнаруживаются не полностью, и безопасность вождения снижается.

Для устранения этого недостатка авторами предлагается модернизация устройства. Дело в том, что в

начале торможения автомобиля возникает сила инерции, под действием которой его кузов перемещается вверх относительно исходного состояния, а при окончании процесса торможения сила инерции становится равной нулю, и кузов автомобиля перемещается вниз в исходное положение. В модернизированном устройстве установлен датчик перемещения кузова автомобиля со вторым импульсным преобразователем для регистрации момента возвращения кузова в исходное положение в виде электрического импульса напряжения.

Датчик установлен на заднем мосту автомобиля, и выполнен в виде катушки индуктивности с магнитным сердечником и стержнем, одним своим концом установленным возле катушки индуктивности, а вторым — закреплённым на кузове автомобиля. Стержень перемещается при перемещении кузова автомобиля в процессе торможения из нижнего положения в верхнее от ка-

тушки индуктивности, а при окончании процесса торможения — в нижнее положение, до катушки индуктивности. Для записи и хранения цифрового кода, отображающего время торможения, в устройстве установлен восьмиразрядный параллельный регистр, каждый разряд которого состоит из логического элемента И с двумя входами и выходом, первым входом соединённого с одним из выходов электронного суммирующего счётчика, а вторым соединённого посредством шины записи с выходом второй дифференцирующей цепи датчика перемещения кузова, и асинхронного RS-триггера, содержащего два входа: вход установки нуля и счётный вход.

Устройство (рис. 1) содержит датчик 5 перемещения тормозной педали 4 с первым импульсным преобразователем 2, выполненным шелевым на кронштейне 3 возле тормозной педали 4 с обеспечением возможности перемещения педали

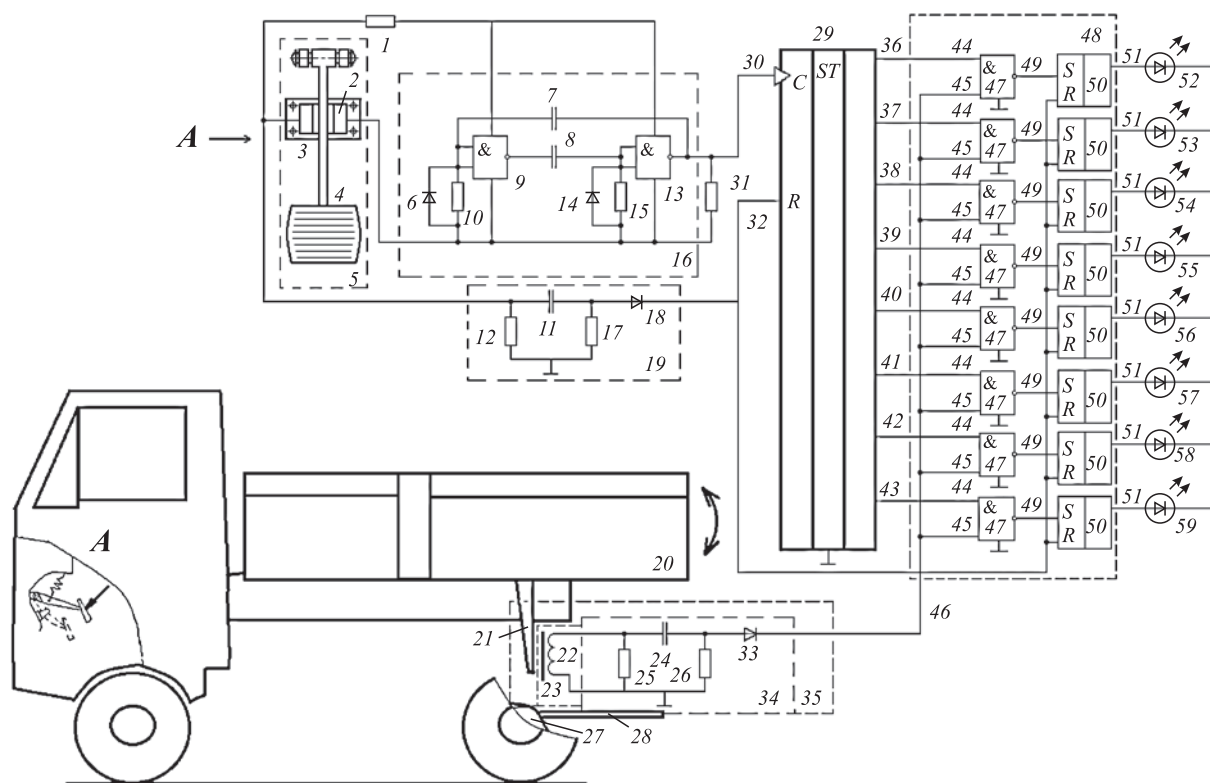


Рис. 1. Схема устройства для бортового диагностирования тормозной системы автомобиля:

1, 10, 12, 15, 17, 25, 26, 31 — резисторы; 2 — первый импульсный преобразователь; 3, 28 — кронштейн; 4 — тормозная педаль; 5 — датчик перемещения тормозной педали; 6, 14, 18, 33 — импульсные диоды; 7, 8, 11, 24 — конденсаторы; 9, 13 — логические элементы И-НЕ; 16 — автоколебательный симметричный мультивибратор; 19 — первая дифференцирующая цепь с отсекающим диодом; 20 — кузов; 21 — стержень; 22 — катушка индуктивности с магнитным сердечником; 23 — второй импульсный преобразователь; 27 — задний мост; 29 — электронный суммирующий счётчик; 30 — счётный вход счётчика; 32 — вход установки "нуля" счётчика; 34 — вторая дифференцирующая цепь; 35 — датчик перемещения кузова автомобиля; 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 — выходы электронного суммирующего счётчика; 44 — первые входы логических элементов И; 45 — вторые входы логических элементов И; 46 — шина записи; 47 — логические элементы И; 48 — параллельный регистр; 49 — выходы логических элементов И; 50 — триггеры параллельного регистра; 51 — выходы параллельного регистра; 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 — светоизлучающие диоды



Рис. 2. Напряжение на выходе преобразователя импульсного щелевого датчика перемещения педали

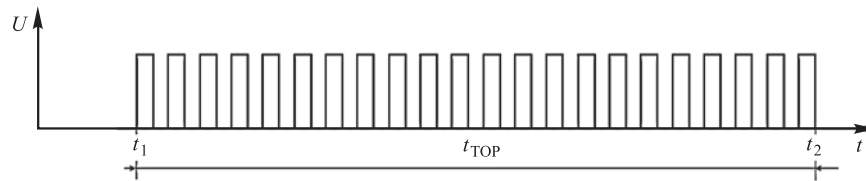


Рис. 3. Прямоугольные импульсы напряжения на выходе автоколебательного мультивибратора



Рис. 4. Положительный импульс напряжения на выходе первой дифференцирующей цепи с отсекающим диодом



Рис. 5. Импульсы напряжения на выходе второй дифференцирующей цепи при перемещении кузова в процессе торможения автомобиля

в щели преобразователя, восьмиразрядный электронный суммирующий счётчик 29 с восемью выходами 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, входом 32 установки нуля и счётным входом 30, первую дифференцирующую цепь 19, выполненную на двух резисторах 12, 17, конденсаторе 11 и отсекающем диоде 18, входом соединённую с выходом первого импульсного преобразователя 2, восемь светоизлучающих диодов 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, мультивибратор 16, выполненный автоколебательным симметричным на двух логических элементах 9 и 13, двух конденсаторах 7, 8, двух резисторах 10, 15 и двух диодах 6, 14, входом соединённый посредством резистора 1 с выходом первого импульсного преобразователя 2, а выходом — посредством резистора 31 со счётным входом 30 электронного суммирующего счётчика 29, дат-

чик 35 перемещения кузова 20 вторым импульсным преобразователем 23, установленным на кронштейне 28 на заднем мосту 27 автомобиля и выполненным в виде катушки 22 индуктивности с магнитным сердечником и стержнем 21, одним своим концом установленным возле катушки 22 индуктивности, а вторым — закреплённым на кузове 20 автомобиля с обеспечением возможности перемещения стержня при перемещении кузова автомобиля в процессе торможения из нижнего положения в верхнее от катушки индуктивности 22, а при окончании процесса торможения обеспечением возможности перемещения стержня из верхнего положения в нижнее до катушки индуктивности, вторую дифференцирующую цепь 34, выполненную на двух резисторах 25, 26, конденсаторе 24 и отсекающем диоде 33, входом соеди-

нённую с выходом второго импульсного преобразователя 23, восьмиразрядный параллельный регистр 48, каждый разряд которого состоит из логического элемента И 47 с двумя входами 44, 45 и выходом 49, первым входом 44 соединённого с одним из выходов электронного суммирующего счётчика 29, а вторым входом 45 соединённого посредством шины 46 записи с выходом второй дифференцирующей цепи 34 датчика 35 перемещения кузова 20, и асинхронного RS-триггера 50, содержащего два входа: R, являющийся входом установки нуля, и S, являющийся счётным входом, и выход 51. При этом вход S каждого триггера 50 регистра 48 соединён с выходом 49 логического элемента И 47, вход R установки нуля каждого триггера 50 регистра 48 и вход 32 установки нуля электронного суммирующего счётчика 29 соединены параллельно с выходом первой дифференцирующей цепи 19, а каждый из восьми светоизлучающих диодов 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 соединён с одним из восьми выходов 51 регистра 48.

Устройство работает следующим образом.

При нажатии на тормозную педаль 4 на выходе преобразователя 2 импульсного щелевого датчика 5 перемещения педали формируется напряжение постоянного уровня (рис. 2), прикладываемое посредством резистора 1 к автоколебательному мультивибратору 16. На выходе автоколебательного мультивибратора 16 появляются прямоугольные импульсы напряжения (рис. 3). Происходит это следующим образом.

Пусть логический элемент 9 (см. рис. 1) закрыт, тогда второй логический элемент 13 открыт. Это означает, что на выходе логического элемента 9 имеется высокий уровень напряжения (логическая единица) и конденсатор 8 заряжается через резистор 15. Когда напряжение на резисторе 15 достигнет порогового значения, логический элемент 13 начнёт закрываться. Увеличение напряжения на выходе логического элемента 13 через конденсатор 7 будет передано на вход логического элемента 9 и вызовет его отпирание. Из-за этого произойдет снижение напряжения на выходе логического элемента 9, ко-

торое через конденсатор 8 будет передано на вход логического элемента 13 и приведёт к дальнейшему уменьшению протекающего через него тока.

Благодаря наличию этой положительной обратной связи с выхода одного логического элемента на вход другого, логический элемент 9 окажется открытым, а логический элемент 13 — закрытым. В результате этого начнётся зарядка конденсатора 7 через резистор 10, и в результате протекающих процессов разрядки и зарядки соответствующих конденсаторов окажется логический элемент 9 закрыт, а логический элемент 13 опять открыт. Таким образом, на выходе логического элемента 13 формируется прямоугольный импульс напряжения.

Далее таким же образом формируется второй и последующие импульсы. На выходе логического элемента 13 появляется последовательность прямоугольных импульсов. Период этих импульсов определяется произведением  $1,4RC$ , где  $R$  — сопротивление каждого из резисторов автоколебательного симметричного мультивибратора;  $C$  — ёмкость каждого из конденсаторов автоколебательного симметричного мультивибратора. Величина этого произведения определяет точность цифрового преобразования времени торможения и может быть равна, например, 0,1 с, что означает за время торможения, равное, например, за 5 секунд на счётчик 29 поступит 50 импульсов, и на выходе счётчика в этом случае будет код, равный 00110010.

Одновременно, при нажатии на педаль 4 водителем на входе первой дифференцирующей цепи 19 с отсекающим диодом 18 появляется напряжение от первого импульсного щелевого преобразователя 2, оно дифференцируется и на выходе цепи 19 появляется положительный импульс напряжения (рис. 4), который параллельно подаётся на вход 32 установки нуля электронного суммирующего счётчика и входы  $R$  установки нуля триггеров 50 параллельного регистра 48. Электронный суммирующий счётчик обнуляется и может осуществлять преобразование импульсов в цифровой код, которые поступят на счётный вход 30 счётчика. Также обнуляются

все триггеры 50 регистра 48, после чего во все триггеры регистра можно записывать код.

Далее происходит подсчёт счётчиком импульсов, поступающих от автоколебательного симметричного мультивибратора на счётный вход 30 счётчика и преобразование его в цифровой код. Как уже отмечалось, в процессе торможения возникает сила инерции, под действием которой кузов автомобиля со стержнем 21 перемещается из нижнего положения в верхнее от катушки индуктивности 22, а при окончании процесса торможения кузов автомобиля со стержнем снова перемещается в исходное положение из верхнего положения в нижнее до катушки индуктивности.

При этом при перемещении кузова в верхнее положение на выходе второй дифференцирующей цепи 34 формируется отрицательный импульс напряжения (рис. 5), который не пропускается отсекающим диодом на шину 46 записи регистра 48, а в конце процесса торможения при опускании кузова и стержня в исходное до торможения нижнее положение возле катушки 22 индуктивности, на выходе второй дифференцирующей цепи 34 формируется положительный импульс напряжения (рис. 5), который поступает посредством шины записи на входы 45 логического элемента  $I$  47 и на выходе регистра формируется код, с помощью которого отображается время торможения автомобиля. Он запоминается и высвечивается с помощью светоизлучающих диодов 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59. После записи кода в регистр водитель может отпустить тормозную педаль.

Формирование кода с помощью параллельного регистра происходит следующим образом. Покажем это на примере упомянутого выше кода, равного 00110010, поэтому на первых входах 44 двух первых логических элементов  $I$  47 регистра имеются нули. Поэтому при подаче посредством шины записи импульса напряжения от второй дифференцирующей цепи на вторые входы 45 на выходе двух первых логических элементов  $I$  47 имеются нули. Вследствие этого на обоих входах первых двух триггеров 50 имеются нули, а при подаче на оба входа асинхронного  $RS$ -триггера нулей на

выходе его имеется ноль. Таким образом, в первые два триггера 50 регистра 48 записаны первый и второй нули полученного на выходе электронного суммирующего счётчика 29.

Приведём теперь пример записи третьей единицы полученного кода, в этом случае на первом входе 44 третьего логического элемента  $I$  47 регистра 48 имеется единица. Поэтому при подаче посредством шины записи импульса напряжения от второй дифференцирующей цепи 34 на второй вход 45 на выходе логического элемента  $I$  47 имеется единица. Вследствие этого на первом входе  $S$  третьего триггера 50 имеется единица, а на втором входе  $R$  асинхронного  $RS$ -триггера имеется ноль, а при подаче на вход  $S$  единицы, а на вход  $R$  нуля асинхронного  $RS$ -триггера на его выходе устанавливается единица. Таким образом, в третий триггер 50 регистра 48 записана единица полученного на выходе электронного суммирующего счётчика 29 кода.

На выходе параллельного регистра 48 появляется время торможения автомобиля в виде цифрового кода, от момента нажатия тормозной педали до окончания процесса торможения. При сравнении этого времени торможения с нормативным временем торможения для данных условий движения принимается решение о техническом состоянии тормозной системы автомобиля. Если время торможения автомобиля превышает нормативное время торможения, принимается решение о наличии неисправности.

Таким образом, рассмотренное устройство диагностирования тормозной системы АТС позволяет полностью устранить главный недостаток аналогов — невысокую точность. Что в свою очередь даёт водителю возможность принять решение о постановке автомобиля на ремонт и тем самым повысить безопасность, а также снизить расходы на стендовую диагностику.

#### Литература

1. Патент 2626421 С2 РФ, МПК 51 В 60Т 17/22 (2006.01). Устройство бортового диагностирования тормозной системы транспортного средства / Фридкин В.М., Коваленко Н.А., Герашенко В.В., Башаримова В.Н. — № 2015151487; заявл. 02.12.2015; опубл. 27.07.2017, Бюл. № 16. — 11 с.