

УДК 629.017

А. В. Степанов

## ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТОРМОЗНОЙ МЕХАНИЗМ В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА

*Статья посвящена повышению активной безопасности автотранспортных средств. Автор приходит к выводу, что современные технологии позволяют создать тормозную систему нового поколения, дают возможность использовать её как запасной контур при аварийном торможении, как надёжный стояночный тормоз в сочетании с противоугонными устройствами, что особенно актуально для гибридных легковых автомобилей.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: тормозной механизм, электропривод, безопасность автотранспорта, автоматическое снижение неравномерности.*

**Постановка проблемы.** Многие ДТП часто происходят из-за того, что требования дорожной обстановки превышают возможности человеческого организма или конструкции автотранспортного средства. Воздействие на водителя дополнительных нагрузок, вызванных недостатками конструкции автомобиля или его неудовлетворительным состоянием, может резко ухудшить качество вождения, а в особенно неблагоприятных случаях – привести к аварии. Напротив, удачная конструкция автомобиля, компенсирующая психофизиологические недостатки человека, способствует повышению безопасности дорожного движения. Одно из направлений решения проблемы снижения аварийности – повышение активной безопасности автотранспортных средств, улучшение совокупности свойств, обуславливающих способность автотранспортных средств предупреждать или снижать вероятность возникновения ДТП, что и определяет актуальность исследования.

**Анализ основных исследований и публикаций.** Категория безопасности автотранспорта в системе безопасности дорожного движения в научной литературе рассматривается в различных аспектах [3, 6–8]. Вопросам безопасности автомобильного транспорта путем исследования динамики торможения автомобиля и поискам путей её совершенствования посвящены труды Д. А. Антонова, Л. Л. Борисова, Р. В. Кугеля, М. А. Подригало, и др. Несмотря на большое количество трудов, суждений, мнений, следует отметить, что действующие требования к активной безопасности автотранспорта постоянно ужесточаются, вступают в силу новые процедуры, пересматриваются и совершенствуются действующие методики.

В связи с этим требования безопасности дорожного движения обусловили необходимость улучшения активной безопасности, особенно тормозных свойств автомобилей, за счёт параметрической и структурной оптимизации конструкций, использования новых, более эффективных решений.

**Цель статьи.** Рассмотреть работу электрогидравлического тормозного механизма в системе безопасности легкового автомобиля.

**Изложение основного материала.** Рассматривая безопасность автотранспорта, необходимо обратиться к разработкам систем, которые позволят либо нейтрализовать избыточное управляющее воздействие, либо осуществить коррекцию недостаточных управляющих действий водителя с использованием системы активной безопасности автотранспорта [4, 6].

Анализ существующих неисправностей гидравлических тормозных систем автомобилей, влияющих на безопасность дорожного движения [3, 7, 8], подтвердил необходимость поиска альтернативного решения среди конструкций тормозного привода, тормозных механизмов и устройств для снижения неравномерности тормозных моментов на колёсах одной оси. Учитывая то, что работа современного автомобиля немыслима без использования бортовых компьютеров, электромеханических приборов и устройств [1, 4, 5, 8], рассмотрим работу экспериментальной системы автоматического распределения тормозных моментов на колёсах легкового автомобиля, созданной по принципу мехатронного устройства (см. рис. 1).

Тормозная система включает: дисковые тормоза, каждый из которых содержит тормозной диск 1; поворотную вокруг шарнира 2 скобу 4 с расположенными в ней рабочими тормозными цилиндрами 3, датчиком величины тормозного момента (тензодатчик) 7, сигнал из которого поступает в электронный блок управления 8; мехатронное тормозное устройство 6. Дополнительно установлены датчики угловой скорости колес 5 и датчик контроля давления в тормозном приводе 9, соединенные с электронным блоком управления 8.

© А. В. Степанов

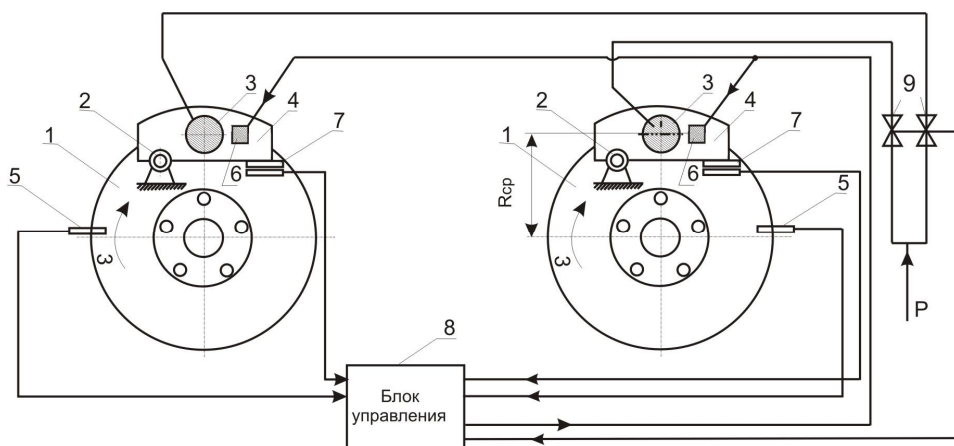


Рис. 1. Схема системы распределения тормозных моментов на колёсах передней оси автомобиля электромеханическим тормозным устройством

Система снижения неравномерности тормозных моментов работает по заданному алгоритму следующим образом. При изменении тормозного момента на левом или правом дисковых тормозных механизмах, обусловленном либо изменением коэффициента трения, либо изменением среднего радиуса  $R_{ср}$ , изменяется момент сил трения относительно оси шарнира 2, равновесие скобы 4 нарушается. Она поворачивается вокруг шарнира 2, при этом в тензодатчике 7 формируется сигнал, который поступает в электронный блок управления 8. Изменение тормозного момента вызывает изменение угловой скорости вращения тормозного диска 1 и, как следствие, изменение сигнала в датчике 5 угловой скорости колес. Сигналы датчиков 5 и 7 обрабатываются блоком управления 8, который после их сравнения оценивает неравномерность тормозных моментов, угловую скорость каждого колеса и выдает управляющий сигнал на тормозное устройство 6, в котором выдвижной шток редуктора шагового двигателя, соединённый с дополнительной тормозной колодкой, начнёт перемещаться до прижатия тормозной колодки к тормозному диску, создавая дополнительный тормозной момент. При выравнивании тормозных моментов блок управления 8 отключает тормозное устройство 6 (см. рис. 1).

В случае повреждения гидропривода или загрязнения тормозной жидкости из датчика 9 поступает сигнал на электронный блок управления 8, который выдает команду на тормозное устройство 6, выполняющее в этом случае роль аварийной тормозной системы.

При этом блок управления 8, независимо от водителя, может автоматически останавливать автомобиль. Датчики 5, 7, 9 и блок управления 8 можно использовать в системе функциональной диагностики для контроля работы тормозной системы автомобиля.

Для экспериментальных исследований электромеханический тормозной механизм 6 (см. рис. 1) смонтирован в виде моноблока на стандартном тормозном механизме М- 2140 (рис. 2, поз. 5) [8].

Для создания регулируемого тормозного усилия в конструкции моноблока 5 предусмотрен электромеханический привод с шаговым электродвигателем. Особенностью работы шагового электродвигателя является то, что после поворота на заданный угол его ротор сохраняет заданное положение, т. е. нет неуправляемого (инерционного) прижатия тормозной колодки к тормозному диску.

Алгоритм работы электронной системы автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колёсах передней оси

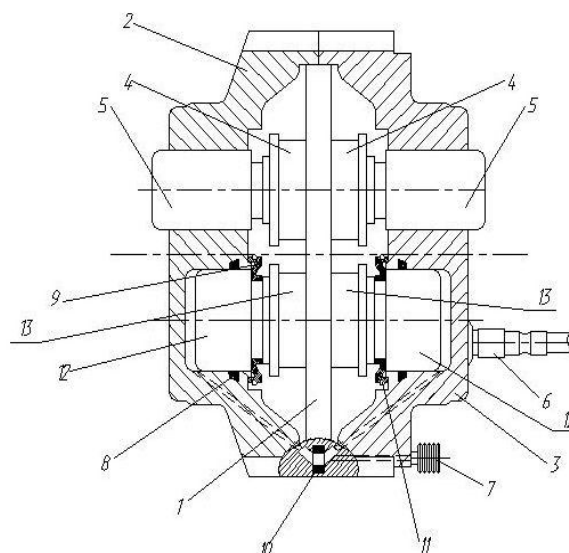


Рис. 2. Схема электрогидравлического тормозного механизма:

1 – тормозной диск; 2, 3 – внутренняя и наружная стороны скобы соответственно; 4, 13 – тормозные колодки; 5 – электромеханический привод (моноблок); 6 – трубопровод для подвода тормозной жидкости; 7 – клапан выпуска воздуха; 9, 11 – сальники тормозного цилиндра; 8, 10 – уплотнительные кольца; 12 – гидравлический тормозной цилиндр

построен по принципу многовариантного цикла (рис. 3). То есть он имеет начало и деление на варианты работы. В определенный момент каждый вариант возвращается на определенную высшую ступень работы. Такое решение алгоритма позволяет избежать тупиковых ситуаций, чем обеспечивается постоянная работоспособность блока управления штатным и аварийным режимами работы, режимом движения на малых скоростях автомобиля, режимом экстренного торможения.

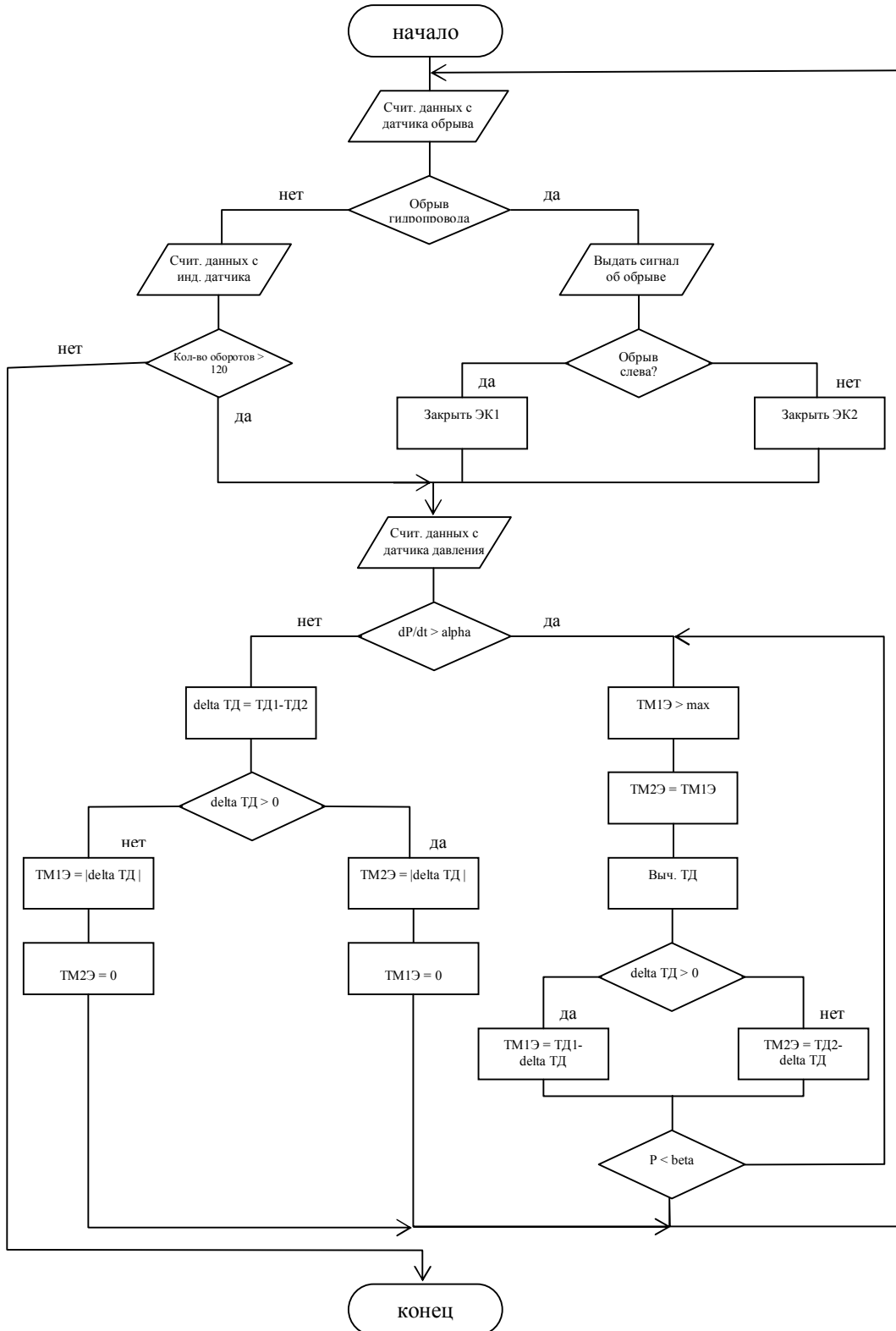


Рис. 3. Блок-схема алгоритма работы электронной системы автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колёсах передней оси

*Штатный режим работы.* Вначале производится проверка работоспособности гидравлической части тормозных контуров с помощью средств получения информации с датчиков обрыва. После получения отрицательного результата считываются данные с индукционных датчиков для анализа скорости движения автомобиля. При помощи датчика давления производится замер динамики изменения давления и непосредственно давления.

Если давление не превышает пороговую величину ALPHA, то производится считывание данных с тензодатчиков (ТД1, ТД2) и вычисление разницы (DELTA ТД = ТД1 – ТД2). При положительном значении разницы на электрическую часть тормозного механизма ТМ2 Э подается усилие, равное DELTA ТД по модулю, а на ТМ1 Э оно равно нулю.

Обнуление ТМ1 Э необходимо для того, чтобы при последующих циклах не возникла накопительная ошибка. При отрицательном значении DELTA ТД на ТМ1 Э подается усилие, а ТМ2 Э обнуляется. После чего происходит возвращение к считыванию данных с датчиков обрыва.

*Аварийный режим работы.* На аварийный режим тормозная система переходит в случае обрыва одного из гидравлических контуров. После получения положительного сигнала с датчика обрыва выдается сигнал, оповещающий водителя о неисправности.

Затем во избежание потери тормозной жидкости через поврежденный контур автоматически перекрывается соответствующий электрический клапан. После чего алгоритм работает в штатном режиме, начиная с шага считывания данных.

Кроме перекрывания поврежденного контура, аварийный режим отличается от штатного пропуском процедур анализа давления и скорости движения автомобиля. Это позволяет обеспечить работу поврежденной тормозной системы при любых условиях движения автомобиля. Следует обратить внимание на значительное увеличение DELTA ТД, что при написании программы работы блока управления по данному алгоритму требует дополнительного исследования области устойчивости этого режима.

*Режим движения на малых скоростях.* Если при анализе скорости движения автомобиля частота вращения колеса не превышает  $2c^{-1}$ , то происходит возврат к получению информации с датчиков обрыва.

*Режим экстренного торможения* начинает работать, когда динамика изменения давления превышает ALPHA. В этом случае на ТМ1 Э подается усилие, стремящееся к величине MAX, а на ТМ2 Э – равное ТМ1 Э. Затем происходит считывание данных, как и в штатном режиме. Однако в процедуре выравнивания DELTA ТД вычитается на соответствующем ТМ. Алгоритм будет работать в этом режиме, пока давление не будет снижено до величины BETA. После достижения контрольной величины BETA алгоритм возвращается к получению данных с датчиков обрыва.

Алгоритм работы системы построен так, что сначала производится анализ степени вмешательства электрической части в процесс торможения, а затем осуществляется выравнивание тормозных моментов.

### **Выводы**

Исследования системы, обеспечивающей автоматическое снижение неравномерности тормозных моментов на колесах одной оси легкового автомобиля, показали, что использование электромеханического привода тормозных механизмов сокращает время передачи энергии от её источника к исполнительным устройствам, что даёт возможность использовать его как запасной контур при аварийном торможении, надёжный стояночный тормоз в сочетании с противоугонными устройствами, а также применять функциональную диагностику для контроля работоспособности тормозной системы.

Перспектива использования электронных, механических и информационных технологий в системе безопасности автомобиля не вызывает сомнения, что позволяет создать тормозную систему нового поколения.

### **Список использованных источников**

1. Алексеев, В. О. Мехатроника транспортных средств и систем [Текст] : учеб. пособие / В. О. Алексеев, В. П. Волков, В. И. Калмыков. – Х. : ХНАДУ, 2004. – 176 с.
2. Бегишев, Д. Кабельное торможение [Текст] / Д. Бегишев // Motor News. – 2001. – № 9. – С. 36–37.
3. Боровский, Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта [Текст] / Б. Е. Боровский. – Л. : Лениздат, 1984. – 305 с.
4. Будущее тормозных систем [Текст] // Автостроение за рубежом. – 2004. – № 9. – С. 18–21.
5. Мехатроника [Текст] / Т. Исии, И. Симояма, Х. Иноуэ и др. – М. : Мир, 1988. – 314 с.
6. Рябчинский, А. И. Устойчивость и управляемость автомобиля и безопасность дорожного движения [Текст] / А. И. Рябчинский, В. З. Русаков, В. В. Карпов. – Шахты : ЮРГУЭС, 2008. – 177 с.
7. Степанов, В. Ю. Повышение надежности тормозной системы автомобиля путем введения информационно-обратных связей ее элементов [Текст] / В. Ю. Степанов, А. В. Степанов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Х. : ХНАДУ, 2003. – Вып. 23. – С. 118–120.
8. Степанов, В. Ю. Тормозная динамичность в системе безопасности автотранспорта [Текст] : монография / В. Ю. Степанов, А. В. Степанов. – Х. : С. А. М., 2010. – 247 с.

*Статья надійшла до редакції 19.11.2015 р.*