

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ<sup>1</sup>

*И.В. Будрицкий, С.А.Рынкевич*

В статье рассмотрены вопросы разработки перспективной тормозной системы грузового автомобиля с электронным управлением, а также вопросы синтеза и реализации алгоритма функционирования данной системы.

Ключевые слова: тормозная система, АБС, грузового автомобиля, адаптивное управление, тормозной механизм.

Активное применение бортовой техники и микроэлектроники на грузовых автомобилях стимулировало работы в области проектирования перспективных микропроцессорных систем управления тормозными механизмами. Наряду с новыми специализированными датчиками и исполнительными устройствами микропроцессоры образуют структуру комплексных автоматических систем, обеспечивая автоматизацию управления автомобилем. К таким системам относятся тормозные электронные системы EBS [1, 2].

Проведенный обзор зарубежных патентных источников и другой научно-технической информации позволил выявить наиболее перспективные тенденции в области совершенствования тормозных систем и механизмов автомобилей. Это также позволило выявить основные направления разработок ведущих фирм и мировые традиции в сфере создания таких систем.

К системам управления тормозами предъявляются ряд требований. Среди них важнейшим требованием является необходимость обеспечения минимального тормозного пути автомобиля и сохранения его устойчивости и управляемости (в том числе при движении по скользким дорогам) при экстренном торможении. Выполнение требований обеспечивается путем оснащения автотранспортных средств (АТС) комплексными электронными антиблокировочными системами (АБС), а также применением различных автоматизированных систем аварийного торможения.

Управление замедлением служит для адаптации тормозного давления пропорционально усилию, оказываемому водителем на педаль тормоза. При одинаковом усилии на педали система EBS гарантирует, что величина замедления АТС будет одинаковой вне зависимости от степени загрузки. Так, например, если тормозные колодки влажные, то система EBS увеличит давление до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое тормозное действие. Поэтому не требуется отдельный датчик и клапан загрузки АТС. Однако, данная функция выполняется только в некоторых пределах. При слишком значительном износе элементов тормозных механизмов контроль замедления ухудшается. Каждый раз при отпускании педали тормоза программа выбирает такую степень торможения, чтобы тормозная сила соответствовала требованиям водителя. Осуществляется также распределение тормозных сил во время торможения между передней и задней осью путем сравнения между фактическим и номинальным замедлением. Оценка сигналов датчиков показывает точное значение проскальзывания и, следовательно, удельное тормозное усилие для каждой оси. Если проскальзывания различные, значит одна ось имеет большую удельное тормозное усилие относительно другой оси. В результате эта тормозные механизмы этой оси будут иметь больший износ. Используя дифференциальный контроль проскальзывания, система EBS регулирует давление в передней и задней оси для оптимального распределения тормозных сил.

<sup>1</sup> Работа выполнена на кафедре «Автомобили»

Данная система обеспечивает функции управления, а также контрольно-диагностические и защитные функции. Проанализируем наиболее важные из них.

*Контроль износа тормозных колодок.* Система EBS получает наиболее точную информацию о степени износа элементов тормозных механизмов от аналоговых датчиков. Функция контроля состояния тормозных колодок не оказывает критического воздействия при торможении и только определяет различие в степени износа колодок передней и задней осей. В этом случае тормозное давление в механизмах оси с большим износом уменьшается, а с меньшим износом пропорционально увеличивается на одинаковую величину.

*Противооткатные функции.* Противооткатная система помогает водителю начать движение стоящего на подъеме автомобиля, предотвращая его движение назад. Водитель может активировать данную функцию, слегка нажав на педаль тормоза. При этом система EBS будет продолжать удерживать давление в тормозных механизмах. Данная функция может быть включена или выключена с помощью выключателя ARB.

*Контроль тяги двигателя.* Контроль тяги осуществляется изменением подачи топлива в двигатель. Результирующий тормозной момент, возникающий на ведущем колесе при буксовании, может привести к его блокировке и потери управляемости. Контроль тяги двигателя предотвращает подобную ситуацию. При возникновении блокировки крутящий момент двигателя увеличивается, а тормозной момент на данном колесе уменьшается, в соответствии со скоростью вращения колеса. Функция управления тягой двигателя перестанет работать, как только прекратится скольжение ведущих колес.

*Встроенная антиблокировочная функция.* Антиблокировочная система (ABS) встроена в EBS. Индуктивные датчики измеряют скорость вращения каждого колеса, чтобы заранее определить момент блокировки. При длительном торможении имеет место тенденция блокировки ведущих колес с потерей устойчивости движения транспортного средства по дороге с низким коэффициентом сцепления, в этом случае система может быть выключена через шину транспортного средства, что обеспечит необходимую стабильность движения. На транспортных средствах с 3 и 4 осями, имеющих конфигурацию системы 4S/4M, для колес, не имеющих датчиков, применяется косвенное регулирование по бортам.

*Встроенная функция противобуксовки ведущих колес (ASR).* Если от двигателя на ведущие колеса передается больший момент, чем их коэффициент сцепления с поверхностью дороги, то может возникнуть пробуксовка колес. Функция ASR распознает момент пробуксовки и подает сигнал блоку управления двигателем на уменьшение его тяги. Такое действие выполняется только при пробуксовке обоих колес ведущего моста. Если возникает пробуксовка только одного колеса, то система ASR может с помощью модулятора оси притормозить это колесо. При срабатывании системы на панели приборов загорается сигнальный индикатор.

*Управление прицепом.* Управление прицепом выполняется так же, как и тягачом, электрическими сигналами через стандартный интерфейс (ISO 11992) или же может использоваться пневматическое управление с помощью электропневматического клапана прицепа. В начале торможения тормозной коэффициент буксируемого прицепа выбирается из середины ЕС диапазона. При синхронном торможении никаких усилий в сцепке автопоезда не возникает. Если ситуация отличается, то это распознается функцией управления замедлением электронного блока управления и давление в тормозной системе прицепа изменяется соответствующим образом. Предварительное давление в линии управления прицепа в начале торможения составляет примерно 2 бар. Это значение давления удерживается на одном уровне давление воздуха в тормозных цилиндрах передней оси. Осевой модулятор выполняет ту же задачу на задней оси в соответствии с заложенным в блоке управления алгоритмом. Система EBS корректирует тормозное давление в согласно требуемому замедлению.

*Определение номинального значения торможения.* Ход педали тормоза преобразуется специальными датчиками в тормозном кране в электрический сигнал, который подается на блок EBS, который рассчитывает соответствующее значение замедления.

В настоящей работе авторами была разработана схема электронно-пневматической тормозной системы с электронным управлением для автомобиля-тягача, разработаны оригинальные конструкции дискового тормоза и тормозной камеры с энергоаккумулятором.

На все технические решения разработана соответствующая конструкторская документация и проведены необходимые расчеты.

На *рисунке 1* приведен разработанный авторами с использованием трехмерной компьютерной графики дисковый тормоз автомобиля, входящий в состав электронной тормозной системы. В данном техническом решении используются новые технологии в области автомобилестроения [2].



*Рис. 1* Дисковый тормоз

Конструкторская документация и алгоритмы функционирования электронной тормозной системы переданы конструкторам РУПП «МАЗ» и РУПП «БелАЗ».

Разработанная авторами система используется при практическом создании перспективных технических решений в области тормозных систем грузовых автомобилей.

#### Литература

1. *Тарасик В.П.* Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 510 с.
2. *Рынкевич С.А.* Новые технологии и проблемы науки на транспорте / С.А. Рынкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 337 с.

#### **Будрицкий Игорь Валентинович**

Студент группы АТ-041  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(29) 240-30-72

#### **Рынкевич Сергей Анатольевич**

канд. техн. наук, доцент кафедры “Автомобили”  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(29) 740-15-20

E-mail: [rynkev@tut.by](mailto:rynkev@tut.by)