

УДК629.114

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
МОБИЛЬНЫХ МАШИН С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
И ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**
ADDITIONAL FUNCTIONS OF THE ELECTRONIC
STABILIZATION PROGRAM FOR MOBILE MACHINES
WITH HYDRAULIC AND PNEUMATIC DRIVES

М.И. Жилевич, канд. техн. наук, доц., **П.Н. Кишкевич**, канд. техн. наук, доц., **С.В. Ермилов**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Zhylevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor, P. Kishkevich
Ph.D. in Engineering, Associate professor, S. Ermilov, Senior Lecturer,
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены расширенные возможности системы курсовой устойчивости автомобиля, а также их общий принцип работы совместно с гидравлическим (пневматическим) приводом.

The advanced capabilities of the vehicle electronic stabilization program are considered, as well as their general principle of operation in conjunction with a hydraulic (pneumatic) drive.

Ключевые слова: автомобиль, колесо, привод, коэффициент сцепления, алгоритм.

Key words: vehicle, wheel, system, friction coefficient, algorithm.

ВВЕДЕНИЕ

На современных автомобилях устанавливают различные электронные системы для повышения безопасности и упрощения управления транспортным средством. Наиболее развитой является система поддержания курсовой устойчивости (*ESP*), построенная на элементной базе антиблокировочной (*ABS*) и противобуксовочной (*ASR*) систем. В её состав входят датчики, блок управления (БУ) с программным обеспечением и гидравлический (пневматический) блок для регулирования давления в тормозах.

Алгоритмы работы *ESP* основаны на распознавании критической ситуации путем сравнения параметров движения, задаваемых водителем (направление движения, скорость, замедление) и фактических параметров движения автомобиля (ускорение; замедление; рыскание, или скорость поворота; продольное и поперечное и поперечное ускорение).

Для определения этих параметров задействуют две группы датчиков. Требования водителя распознаются по датчикам угла поворота рулевого колеса, давления в тормозной системе, сигналам с блока управления двигателем, педали тормоза, стоп-сигнала. Параметры движения автомобиля определяются по датчикам давления в тормозной системе, угловой скорости, продольного и поперечного ускорения, скорости поворота вокруг вертикальной оси, сигналам с блока управления коробки передач.

По данным, свидетельствующим о намерениях водителя, БУ вычисляет желаемые параметры движения и сравнивает их с фактическими параметрами движения, что позволяет *ESP* распознать приближение критической ситуации и предпринять корректирующее воздействие для её предотвращения.

РАСШИРЕНИЯ СИСТЕМЫ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

ESP включает в себя комплекс систем-компонентов, способных работать как самостоятельно, так и в связке с другими системами. С помощью расширения программного обеспечения и без установки дополнительных узлов и компонентов *ESP* позволяет реализовать ряд дополнительных функций:

- гидравлический тормозной ассистент (*Hydraulic Braking Assistance, HBA*);
- компенсация падения эффективности тормозов при их нагреве (*Fading Brake Support, FBS*);
- замедление задних колёс (*Hinterachsvoll- verzögerung, HVV*);
- стабилизация автопоезда;
- предотвращение опрокидывания (*Roll Over Prevention, ROP*).

Необходимость подключения функции *HBA* анализируется системой *ESP* по информации от стоп-сигнала о начале торможения водителем. Далее анализируется информация от датчиков текущей угловой и линейной скорости автомобиля, давления в тормозной системе для оценки усилия нажатия на педаль тормоза и его интенсивности.

В БУ управления происходит сравнение полученных данных со значениями, заложенными в память *HBA*.

Если фиксируются признаки экстренного торможения при недостаточном давлении в приводе, БУ *ABS/ESP* включает *HBA* и подаёт сигнал в гидравлический блок на повышение давления.

Регулирование давления осуществляется в три этапа: на первом - активным повышением давления достигается порог срабатывания *ABS*, на втором - при срабатывании *ABS* удерживается давление несколько ниже порога блокирования колёс, на завершающем этапе, когда водитель уменьшает силу нажатия на педаль тормоза или когда скорость автомобиля становится меньше определённого значения, условия срабатывания *HBA* перестают выполняться.

Функция *FBS* помогает водителю обеспечить максимальное замедление автомобиля при экстренном торможении в случае приложенного чрезмерного усилия на педаль. При благоприятных дорожных условиях (при хорошем сцеплении колёс с дорогой) *ABS* может не сработать, что идентифицируется датчиками *ESP*. Тогда включается функция *FBS*, и увеличивает давление в тормозах до тех пор, пока не наступит срабатывание *ABS* на всех колёсах.

При торможении груженого автомобиля вследствие его большой массы и инерции необходимы большие тормозные усилия. Цель системы *HVV* состоит в том, чтобы обеспечить оптимальное использование всего потенциала сцепления колёс с дорогой. Такое торможение достигается в режиме *ABS*. Когда водитель нажимает педаль тормоза, в режиме *ABS* срабатывают передние колёса, в то время как задние колёса всё ещё находятся вне зоны действия *ABS*.

Применение системы замедления задних колёс обусловлено тем, что при полной загрузке автомобиля задние колёса позже начинают проявлять склонность к блокированию вследствие того, что большая нагрузка на заднюю ось, где максимальная сила сцепления колёс с дорогой увеличивается, позволяет реализовать большие тормозные силы. Для полной реализации тормозных сил функция *HVV* повышает давление в тормозных цилиндрах задних колёс до уровня срабатывания *ABS*.

Необходимость подключения функции стабилизации автопоезда возникает в случае сильного бокового ветра, резкого движения рулём при объезде препятствий на высокой скорости.

Раскачивание прицепа передаётся на тягач и проявляется в виде поперечных ускорений и рыскания, что фиксируется датчиками и передаётся в БУ *ESP*. При превышении граничных значений включается функция стабилизации автопоезда, гасящая колебания и компенсирующая рыскание попеременным подтормаживанием передних колёс тягача, что препятствует возникновению резонанса и увеличению амплитуды колебаний.

Назначение *ROP* – своевременное реагирование на силы и моменты сил, которые могут привести к опрокидыванию или развороту автомобиля. В памяти *ROP* заложены характеристики, сравнение с которыми позволяет *ESP* распознать в поступающих от датчиков сигналах признаки приближающейся опасности опрокидывания автомобиля. На некоторых моделях предельные значения для *ROP* задаются как функция от массы автомобиля, так как опасность опрокидывания с увеличением загрузки возрастает. *ESP* через *ROP* подтормаживает переднее внешнее по отношению к повороту колесо путем повышения давления в тормозном контуре колеса. В результате возникает момент сил, противостоящий направленным во внешнюю сторону боковым силам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен обзор программных расширений электронной системы курсовой устойчивости автомобиля, проанализированы условия их подключения, общие алгоритмы работы, что позволяет определить перспективные направления в области электронных систем отечественных автомобилей с гидравлическим и пневматическим тормозным приводом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильный справочник / Robert Bosh GmbH ; Пер с англ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: За рулем, 2004. – 992 с.: с ил.
2. Петров А.П. Антиблокировочная и противобуксовочная системы тормозов: Учебное пособие / А.П. Петров, С.Е. Хоменко. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2003. – 103 с.
3. Системы контроля сцепления с дорогой и поддержки водителя: устройство и принцип действия: Wolfsburg: Volkswagen AG, 2007. – 87 с.

Представлено 24.05.2020