

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

Ю.Д. Карпиевич, к.т.н., заведующий сектором

Проблемной научно-исследовательской лаборатории автомобилей

Благодаря применению антиблокировочных систем (АБС) автомобиль приобрел такие достоинства /6/ как повышение активной безопасности, т.е. тормозной эффективности (особенно на скользких поверхностях); улучшение устойчивости и управляемости; увеличение средней скорости движения; продление срока службы шин.

Современные тормозные системы с гидравлическим приводом, содержащие АБС, достигли весьма высокого уровня по функциональным качествам.

Однако, следует отметить и ряд существенных их недостатков. В частности, сложность поиска неисправностей, что объясняется отсутствием методов и технических средств диагностирования системы, а также ее низкой контролепригодностью, т.е. приспособленностью к проведению контрольно-диагностических работ /5/. В результате этого затраты времени на установление причин отказа в несколько раз превышают время на его устранение. И еще, возникновение отказов во время движения автомобиля нарушает безопасность движения, так как водитель не в состоянии мгновенно оценить создавшуюся нештатную ситуацию и принять правильное решение по управлению автомобилем.

Анализ отказов целесообразно вести, разбив гидравлическую тормозную систему на подсистемы.

Приведенные в табл. 1 данные /1/ позволяют выявить характер распределения отказов между отдельными подсистемами и определить ориентиры совершенствования тормозной системы с гидравлическим приводом в целом. Из таблиц видно, что основная масса отказов тормозной системы связана с выходом из строя тормозных механизмов, связанных, в первую очередь, с недостаточной надежностью их узлов и деталей. Среди неисправностей можно выделить такие, как поломка стяжных пружин тормозных колодок или заклинивание поршней в колесных тормозных цилиндрах; большие зазоры. В результате – недостаточная эффективность тормозных механизмов; неравномерность действия их по осям; износ тормозных накладок.

Гидравлический тормозной привод по отношению к тормозным механизмам оказался более отказоустойчивым. На его долю пришлось 15% общего количества отказов. Неисправности классифицируются следующим образом: поломка оттяжной пружины педали тормоза; увеличенный свободный ход педали тормоза; отсутствует свободный ход педали тормоза; попадание воздуха в гидравлический привод тормозов или утечка из него тормозной жидкости; отказ датчика торможения автомобиля; отказ вакуумного усилителя.

Такие отказы, как обрыв шлангов, появление трещин в металлических трубопроводах, а также

прорыв диафрагмы вакуумного усилителя, являются внезапными и относятся к группе непрогнозируемых. Их предотвращают путем регламентной профилактической замены критических элементов, исходя из требуемого уровня безотказной работы тормозной системы ($P=0,99$). Эти типы неисправностей не включались в перечень наиболее часто встречающихся.

Табл. 1
Распределение отказов подсистем тормозных систем легкового автомобиля

Подсистема	Удельный вес, %	
	Число отказов	Трудоемкости устранения
Тормозные механизмы	80,0	42,0
Тормозной привод	15,0	18,0
АБС	5,0	40,0
Итого	100,0	100,0

Табл. 2
Распределение отказов подсистем АБС-2 фирмы Bosch легкового автомобиля

Подсистемы	Удельный вес, %	
	Число отказов	Трудоемкости устранения
Информационная	70,0	20,0
Исполнительная	28,0	25,0
Электронный блок управления	2,0	55,0
Итого	100,0	100,0

Значительно меньшее количество отказов тормозной системы связано с неисправностями АБС /4/.

Испытания АБС с целью определения ее типовых неисправностей весьма разнообразны. Помимо торможений на прямолинейных участках дорог с различными сцепными свойствами (от льда до сухого бетона) они включают в себя испытания на дорогах типа "микст" с продольной неравномерностью коэффициентов сцепления (под одним из бортов может быть сухое асфальтобетонное покрытие, а под другим - лед), а также торможения на криволинейных участках дорог при маневре (например, "переставка").

При проведении испытаний АБС-2 фирмы Bosch регистрировались все отказы системы, причины их возникновения, признаки проявления и способы устранения.

Из табл. 2 видно, что основная масса отказов АБС связана с выходом из строя информационной подсистемы, под которой здесь понимаются датчики угловой скорости колес. Такой характер распре-

деления отказов объясняется, в первую очередь, недостаточной надежностью датчиков угловой скорости колес и электрических разъемов, большим количеством и протяженностью линий связи.

Последствия неисправностей информационной подсистемы определялись типом отказавшего канала, характером неисправности и выполняемым в момент ее возникновения участком алгоритма управления АБС.

Наиболее низкую работоспособность в ходе испытаний ABS-2 показали датчики угловой скорости колес /2/. Принцип действия этих датчиков основан на наведении электрического сигнала (последовательности импульсов) с частотой, пропорциональной частоте вращения зубчатого диска из ферромагнитного материала, напротив которого с некоторым зазором устанавливается чувствительная часть датчика. Практически все неисправности в каналах датчиков частоты вращения приводят к тому, что импульсы на соответствующий вход микроЭВМ не поступают, и состояние контролируемого объекта рассматривается системой как неподвижное.

Ввиду того, что воздушный зазор между чувствительной частью датчика и зубчатым диском из-за осевого или радиального биений последнего носит переменный характер, а также при нарушении начальной установки датчика, возможны частичные пропуски зубьев (импульсов), в результате чего воспринимаемая системой угловая скорость становится меньше ее действительного значения. Это свидетельствует о наличии неисправности типа "ошибочное определение угловой скорости колеса в результате частичного пропуска регистрируемых импульсов". Кроме того, имеются такие наиболее распространенные неисправности датчиков, а именно: неисправность типа "нарушение целостности (обрыв) линии связи"; неисправность типа "короткое замыкание линии связи на массу".

Значительно меньшее количество отказов ABS-2 было связано с неисправностями исполнительной подсистемы /3/.

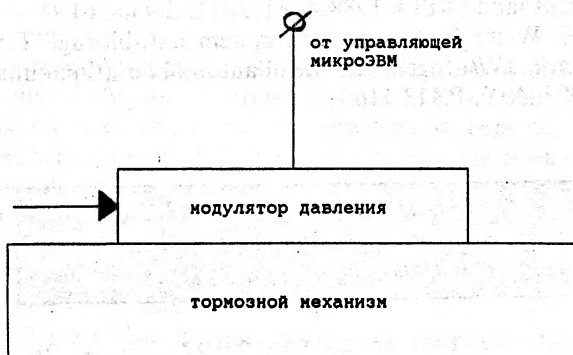


Рис. 1. Обобщенная схема канала исполнительной подсистемы АБС

В общем случае канал исполнительной подсистемы включает в себя (рис. 1): линию связи; исполнительный механизм (модулятор давления). Таким образом, вплоть до исполнительного механизма

каналы практически идентичны, а, следовательно, им присущи и однотипные отказы. Среди таких отказов можно выделить:

- нарушение целостности линий связи (обрывы проводников, рассоединения разъемов, поломка клеммных соединений и т.п.);
- короткое замыкание линий связи на массу;
- отсутствие питающего напряжения и т.п.

Последствия отказов исполнительной подсистемы, как и последствия отказов информационной подсистемы, зависят от вида отказавшего канала, типа неисправности и выполняемого в момент ее возникновения участка алгоритма управления АБС /2/

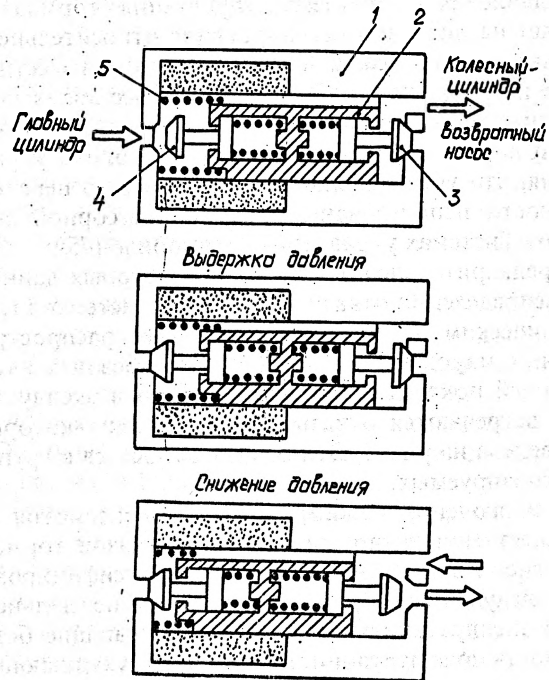


Рис. 2. Схема работы трехпозиционного электроклапана модулятора

Рассмотрим возможные последствия неисправностей модуляторов давления (рис. 2), на долю которых пришлось 28% зарегистрированных в период проведения испытаний отказов исполнительной подсистемы АБС. Все неисправности модуляторов давления можно разделить на следующие группы:

- невключения, характеризующиеся тем, что сердечник 2 с двумя клапанами 3 и 4 модулятора давления после подачи сигнала управления не перемещается в заданное, а остается в исходном положении. Под действием пружины 5 сердечник сдвинут вправо, что обеспечивает перекрытие отверстия, связанного с обратным насосом, обеспечивающим перекачку тормозной жидкости в главный тормозной цилиндр. Отверстие корпуса 1, соединенное с главным цилиндром, в этом состоянии модулятора открыто и тормозная жидкость поступает к колесным цилиндрам. Неисправность данного типа может быть связана с отсутствием энергоносителя (электроэнергии), нарушением целостности или коротким замыканием линии связи, обрывом обмоток электромагнита. В результате возникнове

ния данной неисправности сердечник модулятора (электромагнита), а, следовательно, и клапана остаются в исходном нейтральном положении, программа управления не получает подтверждения о выполнении заданного управляющего воздействия, закидывается, и процесс управления тормозным механизмом не начинается, т.е. тормозная система работает обычным образом;

- замедленное включение, выключение характеризуются тем, что время перемещения сердечника 2 с клапанами 3 и 4 модулятора давления в заданное положение превышает допустимые пределы.

Замедленное перемещение сердечника модулятора давления в процессе управления тормозами влияет на диапазон регулирования относительного скольжения колеса, а, следовательно, в известной мере и на качество работы АБС. За все время проведения испытаний ABS-2 был зарегистрирован всего лишь один отказ электронного блока управления, что убедительно свидетельствует о перспективности использования микропроцессорной техники в системах управления автомобилем /5/.

Предварительное изучение литературных данных о распределении отказов тормозной системы с гидравлическим приводом для наиболее распространенных марок отечественных и зарубежных автомобилей показывает, что чаще всего в эксплуатации встречаются отказы, классификация которых приведена на рис. 3. Эти отказы относятся к группе прогнозируемых.

В заключение можно сказать, что, несмотря на множественный характер причин отказов тормозной системы, все они могут быть классифицированы следующим образом: исключающие дальнейшую эксплуатацию автомобиля; снижающие безопасность эксплуатации автомобиля; ухудшающие эффективность управления тормозами.

Внезапность возникновения большинства отказов, неспособность водителя своевременно предотвратить их последствия, сложность поиска неисправностей убедительно свидетельствуют о необходимости разработки эффективных методов, алгоритмов и технических средств диагностирования тормозных систем с гидравлическим приводом, без чего их использование на автомобиле не представляется возможным.

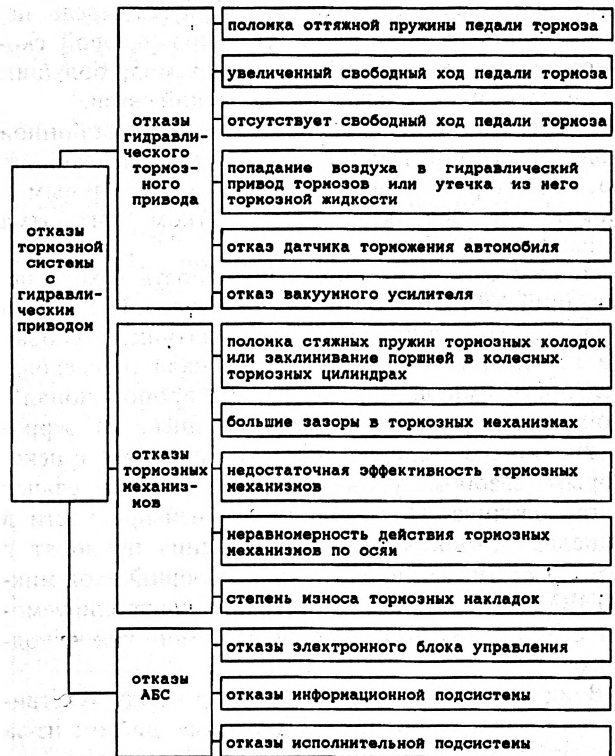


Рис. 3. Классификация отказов тормозной системы с гидравлическим приводом

Список использованных источников

1. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда. - М.: Машиностроение, 1986.-216с.
2. ABS 2E/ASR: la Bosch brucia i tempi// Elettrauto (Италия).-1987.-№ 28.-P.47-49.
3. Bleckman H. Traction control system with Teves ABS Mark II// SAE Technical Paper Series, № 860506.-9р.
4. Garnaut J. I/ antiskid Bendix. La part de l'electronique digi-tal// Ingenieurs de l'automobile (Франция).-1987.-№ 9.-P.106-112.
5. Honda anti-blockier-system der II generation// Krafthand (ФРГ). 1988.-В.61, №11.-S.960-961.
6. Weise L. Le nouveau system anti-blocage Teves Mark IV// Ingenieurs de l'automobile (Франция).-1987.-№ 9.-P.113-116.

Ученик никогда не превзойдет учителя, если видит в нем образец, а не соперника.
В.Г. Белинский

ЗАКОНЫ ФИЗИКИ В ЖИЗНИ
Золотое правило механики – тише едешь, дальше будешь.

Ответы на вопросы, поставленные в Ж "И-М" № 3(12) 2001г. стр. 26

Средняя скорость V_{cp} рассчитывается следующим образом. Принимаем весь путь за x км. Тогда путешествие длилось:

$$\frac{x}{2 \cdot 90} + \frac{x}{2 \cdot 30} = \frac{x}{45} \text{ часов,}$$

а средняя скорость:

$$V_{cp} = x : \frac{x}{45} = 45 \text{ км/час}$$

Прав был механик Гайкин.