

**А. В. Лубенцов**, старший научный сотрудник Харьковского НИИСЭ,  
**А. А. Сви́дерский**, заведующий сектором Харьковского НИИСЭ

## ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

*Розглянуто окремі питання, що стосуються експертних методів досліджень системи додаткових засобів пасивної безпеки автомобілів. Відображено певні умови, за яких спрацьовують подушки безпеки автомобіля.*

*Рассмотрены отдельные вопросы, касающиеся экспертных методов исследований системы дополнительных средств пассивной безопасности автомобилей. Отражены определенные условия, при которых срабатывают подушки безопасности автомобиля.*

Большинство дорожно-транспортных происшествий (ДТП), которые происходят на дорогах Украины, вызывают массу вопросов как у следственных органов, органов дознания, ГАИ, судов, так и в первую очередь у владельцев транспортных средств (ТС): «Почему при возникновении дорожно-транспортного происшествия в автомобиле не сработали подушки безопасности?» Этот же вопрос выносятся на разрешение экспертов. Такие виды экспертиз проводятся как комплексные с привлечением специалистов со станций технического обслуживания (СТО), на которых имеется соответствующее оборудование для проведения подобного вида исследований.

Вернемся для начала к истории появления и развития современных подушек безопасности на автомобилях: это в 1951 г. мюнхенский изобретатель В. Линдерер прикрепил к рулевому колесу надувной воздушный мешок. Позже этим способом защиты пассажиров заинтересовались многие автопроизводители, но реализовать его на практике в серийном производстве оказалось непросто, а все потому, что во время столкновения подушка безопасности должна сработать за очень короткий промежуток времени – 0,002 с, обеспечивая при этом безопасность водителя и пассажиров ТС. Однако ни один компрессор не в состоянии за столь короткое время выполнить это действие. В результате было решено применять энергию газов, выделяющуюся при сгорании какого-либо топлива. Сначала экспериментировали с ракетным топливом, но при его использовании разрывались не только подушки безопасности, но и детали автомобиля. Тогда решили применить неорганический газ, получаемый при сгорании «таблетки» азида натрия. В связи с этим в 1981 г. подушки безопасности в Германии стали подпадать под действие закона о взрывчатых веществах. Он требует, чтобы каждый покупатель автомобиля,

оборудованного подушками безопасности, брал на себя обязательство правильно обращаться с этим устройством и менять его через определенный срок эксплуатации. Согласие на эти условия скреплялось подписью владельца автомобиля. Компания Mercedes-Benz первой среди автопроизводителей в 1971 г. получила патент на подушку безопасности.

Система подушек безопасности водителя и пассажиров рассчитана на то, чтобы защитить их, когда удар наиболее опасен. Тем не менее функцию основной защиты выполняют сам кузов автомобиля и ремни безопасности. Поэтому важно, чтобы водитель и пассажиры автомобиля, были пристегнуты, а их сиденья – отрегулированы. Это наиболее значимый способ защиты водителя и пассажиров в случае возникновения ДТП и, кроме того, позволяет удерживать человека на безопасном расстоянии от рулевого колеса и подушки безопасности.

На современном автомобиле могут быть установлены одна, две, четыре, шесть или более подушек безопасности. Схематичное описание алгоритма срабатывания подушек выглядит так: автомобиль должен двигаться с определенной скоростью, столкновение должно произойти с недеформирующимся предметом или предметом, слабо деформирующимся от удара. Подушки водителя и пассажира срабатывают при фронтальном ударе, а боковые подушки и шторки – при боковом ударе<sup>1</sup>.

Рассмотрим условия, при которых срабатывают передние подушки безопасности<sup>2</sup>.

Электронный блок управления (ЭБУ) системой дополнительных средств пассивной безопасности (SRS) должен сработать при ударе достаточной силы, направленной под углом не более 30° относительно продольной оси автомобиля. Некоторые производители блоков SRS допускают углы удара до 45°. Кроме того, должна быть определенная скорость движения автомобиля перед ДТП, значение которой задается заводом-производителем.

Фронтальная подушка безопасности является устройством, дополняющим ремень безопасности, которое должно срабатывать при очень сильных фронтальных ударах. Ее назначение появляться между водителем и пассажиром переднего сидения, чтобы ограничить их перемещение вперед при встречном столкновении, ограничивая риск повреждений головы и груди.

Фронтальные подушки безопасности водителя и пассажира относятся к типу адаптивных. Мощность газового генератора этих

<sup>1</sup> См.: Безопасность транспортных средств (автомобили) : учеб. пособ. для вузов / [В. А. Гудков, Ю. Я. Комаров, А. И. Рябчинский, В. Н. Федотов]. — М. : Горячая линия – Телеком, 2010.

<sup>2</sup> См.: Автомобильный справочник BOSCH (Automotivehandbook). — М. : За рулем, 1999. — 896 с.

подушек зависит от интенсивности встречного столкновения. Фронтальные подушки безопасности водителя и пассажира оборудованы двухпозиционным генератором и двумя разъемами, при этом считается, что они наделены двухуровневой системой срабатывания. Это означает, что фронтальные подушки безопасности сработают в два этапа, между которыми предусмотрен промежуток времени, меняющаяся протяженность которого (порядка 0,0001 с) зависит от силы самого удара:

— при значительном ударе срабатывают оба запала, подушка безопасности разворачивается очень быстро для обеспечения защиты водителя или пассажира;

— при менее сильном ударе ЭБУ системы подушек безопасности включает только первый уровень, при котором подушка разворачивается медленнее. Второй уровень тоже срабатывает, но позже, обеспечивая уже защиту не водителя или пассажира, а оператора службы спасения от внезапного срабатывания пиропатрона.

Электронный акселерометр, установленный в блоке, фиксирует фронтальный удар и удар сзади. Предохранительный датчик воспрещает срабатывание воспламенителей при неисправности электронного акселерометра или компьютера подушек безопасности. Акселерометр служит для измерения параметров замедления автомобиля: в случае превышения эталонного параметра замедления срабатывает пиротехнический капсюль, поджигающий вспомогательный заряд, а затем шашку основного заряда, при сгорании которого образуется газ (азот), надувающий подушку.

В совокупности оболочка и газогенератор составляют модуль подушки безопасности. Разделяют следующие конструкции газогенераторов: по форме – куполообразные и трубчатые; по характеру работы – с одноступенчатым и двухступенчатым срабатыванием; по способу газообразования – твердотопливные и гибридные.

Твердотопливный газогенератор состоит из корпуса, пиропатрона и заряда твердого топлива. Возгорание топлива происходит от пиропатрона и сопровождается образованием газа азота. На сегодняшний день в подушках безопасности в основном используется сухое топливо – азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ), который при сгорании превращается в невредный для человека азот и угольную кислоту. На возгорание газогенератора тратится еще 0,005–0,015 с. Гибридный газогенератор состоит из корпуса, пиропатрона, заряда твердого топлива и газового заряда под высоким давлением. Подушка безопасности наполняется сжатым газом, который освобождается, вытесняящим зарядом твердого топлива.

На разных видах подушек безопасности используются такие газогенераторы (таблица):

Таблиця

Вид подушки безпеки	Характеристика газогенератора
Фронтальна подушка безпеки водія	куполообразний; с одноступенчатим или двухступенчатим срабатыванием; твердотопливный или гибридный; располагается в рулевом колесе
Фронтальна подушка безпеки пасажера	трубчатый; с одноступенчатим или двухступенчатим срабатыванием; твердотопливный или гибридный; располагается в верхней правой части передней панели
Боковая подушка безпеки	трубчатый; с одноступенчатим срабатыванием; твердотопливный или гибридный; располагается на переднем сидении – в спинке, на заднем сидении – в спинке или боковой обшивке
Главная подушка безпеки	трубчатый; с одноступенчатим срабатыванием; гибридный; располагается в зависимости от модели автомобиля в передней части крыши, между стойками, в задней части крыши

Електронний блок управління системи SRS, як правило, розташовується під блоком системи опілення салону автомобіля або рычагом стояночного тормоза. Направлення установки блока SRS обозначено стрелкой на крышке корпуса. Следует учесть, что от ориентации и монтажного положения ЭБУ зависит правильная работа системы SRS<sup>1</sup>. Основные функции блока SRS:

- определение столкновения;
- активация фронтальных и боковых подушек безопасности, подушек безопасности занавесочного типа и преднатяжителей ремней безопасности;
- мониторинг системы SRS и самодиагностика;
- передача водителю информации о работоспособности и неисправностях системы при помощи контрольной лампы;
- мониторинг внешних устройств защиты, таких как выключатель в пряжке ремня безопасности, выключатель подушки безопасности переднего пассажира и т. д.;

<sup>1</sup> См.: Соснин В. А. Новейшие автомобильные электронные системы / В. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. — М. : Салон Пресс, 2006. — 240 с.

— облегчение технического обслуживания через последовательный диагностический интерфейс (Hi-Scan).

Рассмотрим также *условия, при которых передние подушки безопасности не работают*: фронтальные подушки безопасности не должны сработать при боковых ударах, ударах сзади и при опрокидывании автомобиля. Кроме того, подушки безопасности не сработают при фронтальных столкновениях, скорость которых ниже порога срабатывания.

*Условия срабатывания боковых подушек безопасности и подушек безопасности занавесочного типа.* Боковые подушки безопасности предназначены для предохранения головы, шеи, рук и плеч от удара о переднюю дверь или окно двери при боковом столкновении. Боковые подушки безопасности и подушки безопасности занавесочного типа рассчитаны на срабатывание при боковых ударах средней и большой силы. Боковые подушки безопасности рассчитаны на срабатывание при боковых столкновениях с перегрузками, эквивалентными или превышающими перегрузки при столкновении автомобиля на скорости 25 км/ч с твердой неподвижной стеной.

Боковые датчики системы подушек безопасности постоянно измеряют боковое ускорение и передают информацию на компьютер подушек безопасности. Оба боковых датчика системы подушек безопасности начинают работать через 4 с после установки ключа зажигания в положение «плюс» (+APC).

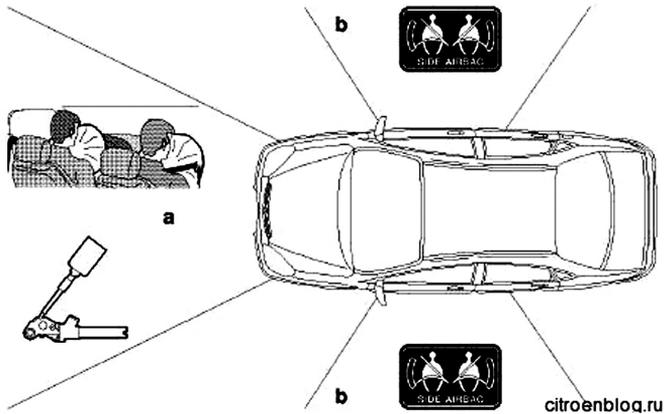
Подушки безопасности срабатывают только с той стороны автомобиля, на которую пришелся удар. Необходимость в срабатывании подушек безопасности определяется скоростью удара и углом, под которым он направлен. Боковые подушки безопасности и подушки безопасности занавесочного типа также могут сработать при опрокидывании автомобиля, если боковая часть автомобиля получает удар достаточной силы.

*Условия, при которых боковые и занавесочные подушки безопасности не работают.* Боковые подушки безопасности и подушки безопасности занавесочного типа не сработают в случае фронтального удара, удара сзади и опрокидывания автомобиля, если при этом не возникает боковое ударное воздействие, достаточное для инициирования раскрытия боковых подушек.

Схема расположения зон воздействия на автомобиль, когда происходит срабатывание подушек безопасности (рисунок)<sup>1</sup>:

Рассмотрим пример исследования автомобиля Мазда-3 с целью установления, по какой причине в результате ДТП не работали подушки безопасности в автомобиле. В этом случае автомобиль Мазда-3 при движении по автодороге выехал за ее пределы в правый кювет, по направлению своего движения с последующим

<sup>1</sup> См.: Сайт фирмы Citroen [Электронный ресурс]. — Режим доступа : Citroenblog.ru.



**a** – зона воздействия на автомобиль, когда происходит срабатывание передних подушек безопасности; **b** – зона воздействия на автомобиль, когда происходит срабатывание боковых и оконных подушек безопасности.

контактированием с деревом и в дальнейшем произошло его опрокидывание. При внешнем осмотре автомобиля Мазда-3 установлены следующие повреждения:

- деформация правого заднего крыла над расположением арки колеса в направлении справа налево и спереди назад. В месте деформации крыла имеются стертости лакокрасочного покрытия (ЛКП), царапины, задиры, срыв ЛКП, а также сухой грунт на поверхности крыла;

- правая задняя дверь в месте соединения с правым задним крылом деформирована в направлении справа налево и спереди назад. В месте деформации имеются стертости ЛКП, царапины, задиры, срыв ЛКП, а также сухой грунт;

- правое заднее колесо смещено в направлении справа налево;

- правое заднее колесо находится без избыточного давления;

- шина правого заднего колеса смещена с посадочной полки, между закраиной обода диска колеса имеются высохшая трава и грунт.

При осмотре внутреннего пространства салона автомобиля Мазда-3 выявлено, что подушки безопасности автомобиля находятся в несработанном состоянии. Визуальным осмотром электрических соединений установлено, что отклонения от норм, которые могли бы повлиять на передачу электрического сигнала между датчиками, блоком управления и модулями подушек безопасности, отсутствуют. При подключении диагностического оборудования и проверки системы пассивной безопасности на наличие неисправ-

ностей установлено, що коды неисправностей, которые указывали бы на отклонения в ее работе перед ДТП, отсутствуют.

Датчики фронтальных подушек безопасности конструктивно вмонтированы в передней части автомобиля за декоративной решеткой радиатора. Датчики боковых подушек безопасности, которые находятся в боковой части спинок передних сидений, установлены в средних стойках крыши автомобиля. Датчики измеряют величину замедления автомобиля, с которым он снижает скорость движения (датчики фронтальных подушек безопасности), или силу бокового удара, если он превышает заданный уровень (датчики боковых подушек безопасности), формируют и посылают сигнал в цифровом виде при обнаружении небезопасной ситуации в блок SRS, который их обрабатывает и отправляет команды на срабатывание соответствующих элементов системы пассивной безопасности автомобиля.

Фронтальные подушки системы безопасности автомобиля Мазда-3 не срабатывают в случае:

- переворачивания автомобиля;
- удара автомобиля сзади;
- бокового удара.

Поскольку в данном случае произошел выезд автомобиля Мазда-3 за пределы проезжей части дороги с последующим контактированием с деревом правой задней боковой частью кузова автомобиля и в дальнейшем он опрокинулся, то при таких условиях фронтальные подушки системы безопасности и не должны были сработать.

Боковые подушки безопасности, находящиеся в боковой части передних сидений автомобиля Мазда-3, могут не сработать в случае:

- переворачивания автомобиля, поскольку боковые нагрузки, испытываемые автомобилем, могут не превышать заданных величин, при которых они должны сработать;
- бокового наезда автомобиля на дерево или столб, поскольку боковое замедление автомобиля может не превышать величину, при которой они должны сработать;
- удара передней частью автомобиля, который направлен под углом относительно его продольной оси, поскольку боковое замедление автомобиля может не превышать величину, при которой они должны сработать;
- удара автомобиля сзади.

Анализируя установленный механизм образования механических повреждений автомобиля Мазда-3, которые расположены в правой боковой части его кузова, следует прийти к выводу о том, что в условиях данного ДТП подушки системы пассивной безопасности автомобиля и не должны были сработать.

Таким образом, чтобы решить вопрос о том, по какой причине не сработали подушки системы пассивной безопасности автомобиля, необходимо исследовать механизм образования повреждений на ТС и электрические соединения, по которым передаются сигналы между датчиками, блоком управления и модулями подушек безопасности с помощью диагностического оборудования, имеющегося на СТО.