

РАСЧЕТ УСЛОВИЙ СРАБАТЫВАНИЯ ПОДУШЕК БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФРОНТАЛЬНОМ УДАРЕ АВТОМОБИЛЯ

Е.В. Васькина, М.Ю. Петухов

Пермский государственный технический университет

Рассмотрены теоретические аспекты деформации конструкций автомобиля при срабатывании подушек безопасности при дорожно-транспортном происшествии. Предложен пример расчёта условий срабатывания подушек безопасности при фронтальном ударе.

Подушки безопасности или, по правильному говоря, встроенная система SRS – система дополнительного удержания пассажиров при столкновениях автомобилей – является той опцией, о которой автоводители говорят с нескрываемым удовольствием, но при этом испытывают массу неприятностей с ней, когда попадают в дорожно-транспортное происшествие (ДТП). Казалось бы, чего проще? В руководствах по эксплуатации приводятся конкретные случаи, при которых подушка срабатывает, не срабатывает и может работать.

Автопроизводители сами создали себе проблему. Они вроде бы и указали, когда срабатывает система, а с другой стороны оставили превосходное оправдание в случае, если этого не произойдет.

Так, например, деформация передней части автомобиля, визуальное представляющей громоздкой (рис. 1), заставляет автовладельца засомневаться в правильности слов автопроизводителя.

Но деформация кузова – это не показатель срабатывания подушек безопасности. Как известно, при ударе первоначально сминаются: бампер, фары, радиатор, капот и т.п. И только после происходит деформирование силовых элементов – лонжеронов, по которым уже можно судить о возможности раскрытия подушек.

Величина деформации непосредственно связана с величиной замедления, которое автомобиль испытывает во время удара и о котором упоминают автопроизводители в качестве главного фактора срабатывания подушек. Они же говорят и об эквивалентном ударе – фронтальном

ударе автомобиля в неподвижное недеформируемое препятствие на скорости 15–25 км/ч, при котором достигается порог замедления, или порог срабатывания подушек безопасности [2].



Рис. 1. Деформация автомобиля Opel Corsa

При ранее проведенном исследовании нами было установлено, что при граничной скорости 15–25 км/ч средняя номинальная величина замедления, обобщенная по всем классам автомобилей, может составлять (3-6) g. При этом величина деформации фронтальной части (передка) автомобиля может быть различной для разных классов и может достигать 200 мм.

Иными словами мы говорим, что до замедления в 3g подушки, скорее всего не раскроются, а при превышении замедления в 6g они обязательно должны сработать. Впрочем, границы разброса не столь велики, как кажется на первый взгляд: в пределах каждого класса разброс составляет не более 0,5g.

Одновременно с замедлением величина деформации силовых элементов также характеризует возможность срабатывания подушек, но в отличие от замедления, которое можно зарегистрировать лишь в момент столкновения, значение деформации можно получить при осмотре автомобиля после ДТП. Аналогично замедлению численное значение деформации силовых элементов конструкции имеет интервал в 100-200 мм. Погрешность будет составлять 10–20 мм в пределах одного класса автомобиля.

Рассмотрим расчет деформации при столкновении автомобилей.

Исходными данными для расчета являются масса транспортных средств m_1 и m_2 , их первоначальная скорость u_1 и u_2 и коэффициенты жесткости передней части кузова c_1 и c_2 .

Скорости u_1 и u_2 приводятся к эквивалентной скорости для случая удара в неподвижное недеформируемое препятствие путем непосредственного замера величины деформации жестких элементов кузова, например, лонжеронов, на месте ДТП и выражения (1):

$$[X] = u \sqrt{\frac{m(1-\varepsilon^2)}{c}}, \quad (1)$$

где m – масса автомобиля, кг; c – жесткость передней части кузова, Н/м; ε – коэффициент восстановления.

При столкновении автомобилей деформация первого транспортного средства определяется по формуле (2):

$$X_1 = (u_1 - u_2) \sqrt{\frac{c_2}{c_1(c_1 + c_2)} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (1 - \varepsilon^2)}, \text{ м.} \quad (2)$$

Величина X_1 будет считаться приведенной к удару в неподвижное препятствие. При сравнении с номинальным значением $[X]$ возможно установить, что подушки безопасности в конкретных условиях должны были раскрыться, так как величина замедления будет выше своего номинального значения или наоборот.

Следует уточнить, что приведенные формулы можно использовать только при фронтальных столкновениях или близких к ним. Чем меньше процент перекрытия и больше отклонение угла от продольной оси автомобиля, тем больше их погрешность, поскольку потребуется применять коэффициент жесткости для определенного угла столкновения. Кроме того, автомобиль не однороден по своей структуре. Поэтому о его высокой точности можно говорить лишь при фронтальных столкновениях со 100 % или близким к нему перекрытием. Средняя погрешность в таких случаях составляет не более 3,5 %.

Применение краш-элементов в конструкции кузовов современных автомобилей меняет первоначальные условия предлагаемого метода, ограничивая его использование автомобилями, не имеющими подобных устройств.

Пример расчета

Рассмотрим дорожно-транспортное происшествие с участием автомобиля Renault Logan, в котором не сработали фронтальные подушки безопасности (рис. 2). Удар легкового автомобиля пришелся на боковину грузового автомобиля в колесо. По мнению водителя, подушки должны были раскрыться т.к. скорость транспортного средства до момента столкновения составляла 90–100 км/ч.

Деформация кузова определяется по деформации его силовых элементов (лонжеронов). Замер – 0,04 м. Колесная база автомобиля составляет 2,63 м, снаряженная масса – 975 кг. Автомобиль Renault Logan принадлежит 3 классу по классификации SAE. Таким образом, выбираемый коэффициент жесткости равен $C = 36200$ Н/м [2]. Пороговое значение деформации для данного класса составляет $[X] = 0,15$ м.



Рис. 2. Повреждения автомобиля Renault Logan после столкновения

Произведем расчет скорости, приведенной к удару в неподвижное препятствие по формуле (1):

$$[u_1] = X_1 \sqrt{\frac{c_1}{m_1(1-\varepsilon^2)}} = 0,04 \cdot \sqrt{\frac{36200 \cdot 9,8}{975(1-0,981^2)}} = 3,9 \text{ м/с} = 14,2 \text{ км/ч.}$$

Значение скорости, равное 14,2 км/ч, ниже предела, установленного автопроизводителями в качестве граничного условия для срабатывания подушек. Это позволяет сделать вывод о том, что порог замедления превышен не был и подушки безопасности не должны были сработать.

Список литературы

1. Дьяков А.А. Почему не сработали подушки безопасности // Автотранспортное предприятие. – 2005. – №6. С. 41–44.
2. Петухов М.Ю., Васькина Е.В. Оценка условий срабатывания подушек безопасности в современном автомобиле // Состояние и перспективы транспорта. Обеспечение безопасности матер. междунар. НТК. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – Т. 1. – С. 353–358.
3. Updating the Vehicle Class Categories, SAE 960897, Engineering Dynamics Corp., Beaverton, OR, 1996. – URL: <http://www.edccorp.com/library/TechRefPdfs/EDC-0019.pdf>.

Получено 23.08.2010