

УДК 621.8

Ю.Ю. Юскаев, Л.Т. Раевская

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

ВСЕНАПРАВЛЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЯ



Ключевые слова: *система безопасности автомобиля, внешняя подушка безопасности, алгоритм срабатывания, ударная нагрузка.*

Рассматривается возможность создания подушки безопасности автомобиля, расположенной вне салона. Специфика ее состоит в том, что она встроена в кузов автомобиля и раскрывается с внешней стороны автомобиля перед столкновением, а не после. При столкновении автомобилей или автомобиля и пешехода они взаимодействуют не между собой, а с подушкой безопасности, которая срабатывает до столкновения. Возможно, это позволит сохранить не только жизни участников столкновений, но и сами автомобили, поскольку из-за увеличения времени взаимодействия при ударе уменьшается ударная нагрузка.

Yu. Yu. Yuskaev, L. T. Raevskaya

ALL-DIRECTIONAL SYSTEM OF A CAR PROTECTION

Key words: *car security system, external airbag, algorithm of operation, impact load.*

The possibility of creating a car airbag located outside the passenger compartment is being considered. Its specificity is that it is built into the body of the car and opens from the outside of the car before the collision but not after. In a collision of the cars or of a car and pedestrian they do not interact with each other, but with the airbag that opens before the collision. Perhaps this will save not only the lives of the participants in the collisions, but also the cars themselves, because the impact load decreases due to the increased interaction time at impact.

Юскаев Юрий Юрьевич - студент Уральского государственного лесотехнического университета, Екатеринбург. E-mail: senior.yurban88@yandex.ru.

Yuskaev Yuri Yurievich - Student of the Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg.

Раевская Лариса Трофимовна - доцент Уральского государственного лесотехнического университета, к.ф.-м.н., Екатеринбург. E-mail: raevskaya@usfeu.ru; тел. (343)262-96-13.

Raevskaya Larisa Trofimovna – PhD, Docent of the Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg. E-mail: raevskaya@usfeu.ru; phone: (343)262-96-13.

Введение

Согласно докладу Всемирной организации здравоохранения (World Health Organization, WHO) «О состоянии безопасности дорожного движения в мире. Время действовать» (Chan, 2009), ежегодно в мире погибает 1250000 человек в различных дорожно-транспортных происшествиях. Около 50 миллионов человек получают ранения. По оценкам экспертов (Jacobs et al., 2000; Murray et al., 2001; Mathers et al., 2004; Gururaj, 2006; Marquez et al., 2010), если не будут приняты неотложные меры, то к 2030 году пятое место среди наиболее распространенных причин смерти займут дорожно-транспортные травмы. Число погибших в результате аварий на дорогах предположительно достигнет 2,4 миллиона человек в год.

В то же время технический прогресс в автомобилестроении неоспорим. Это касается производства автомобилей, повышения их надежности, улучшение ходовых качеств, создание новых материалов. По сведениям Boston Consulting с июня 1998 по февраль 2005 года в международных базах данных было зарегистрировано почти семьсот тысяч немецких патентов, относящихся к 17 важнейшим областям научно-технологических исследований (Гаврик, 2007). Важнейшее достижение технического прогресса последних десятилетий – создание подушек безопасности. Г. Гаврик подчеркивает, что практически все исследования относятся к прикладной области, результаты которых можно сразу использовать в производстве. Нет крупных открытий в области фундаментальной науки, например, в электронике, информатике.

Это относится и к системам безопасности. Подушки безопасности, раскрывающиеся внутри автомобиля, срабатывают после столкновения, иногда это может приводить к травматизму, особенно людей пожилого возраста, вследствие хрупкости костной системы. В связи с этим появляются идеи разработки датчиков слежения за ситуацией на дороге, которые подадут сигнал компьютерной системе, и система безопасности сработает до столкновения. Кроме того, предлагаются изменения и в конструкции кузова автомобиля – дополнительные емкости, которые должны смягчить удар, например при столкновении с пешеходом.

И все-таки люди гибнут на дорогах. Гибель людей в ДТП недопустима, особенно учитывая, что люди сами покупают и содержат автомобили, в которых потом погибают или получают ранения или же становятся причиной гибели и ранения других людей. Следует отметить, что технический и технологический прогресс в автомобилестроении опережает прогресс в развитии общественного сознания и ответственности водителей, что определяет повышенную долю человеческого фактора в дорожно-транспортных происшествиях, главным образом, из-за пренебрежения правилами дорожного движения. Однако важна и работа по разработке систем, которые сделают автомобили более безопасными. Возможным решением для снижения трагических последствий столкновений автомобилей могут стать специализированные подушки безопасности. Специфика их в том, что они встроены в кузов автомобиля и раскрываются с внешней стороны автомобиля перед, а не после столкновения. Рассмотрению возможной реализации такого решения посвящена настоящая работа.

Объект и задачи исследования

Объектом исследования является система безопасности автомобиля. Поставлены следующие задачи:

- обосновать необходимость создания решений в области подушек безопасности, которые будут универсальными для всех автомобилей;

- разработать систему безопасности, которая увеличит время взаимодействия автомобилей при столкновении, уменьшая тем самым ударную нагрузку; с этой целью расположить подушки безопасности на внешней стороне корпуса автомобиля.

Ранее мы уже рассматривали внешнюю подушку безопасности для спасения пешехода при столкновении с автомобилем. Была предложена полая подушка, которая улавливала пешехода и переносила его через автомобиль. Последовательность действий можно проследить на рис. 1.

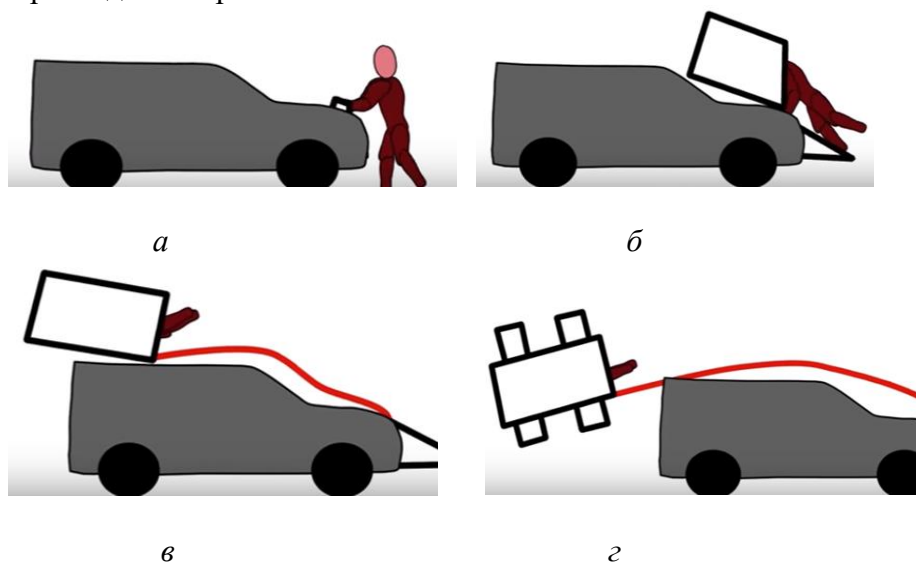


Рис. 1. Этапы взаимодействия подушки безопасности и пешехода: *а* - момент раскрытия двух секций подушки безопасности, *б* – пешеход попадает внутрь подушки безопасности, *в* – пешеход внутри подушки безопасности перемещается вдоль автомобиля, *г* – перед приземлением подушки раскрываются дополнительные секции, смягчая удар.

Испытания на полигоне (с манекеном) показали эффективность решения. Вместе с тем, было решено рассмотреть защиту автомобилей при столкновении.

Защита автомобилей при столкновении

В данной статье рассматривается техническое решение для подушек безопасности, расположенных вдоль корпуса автомобиля (заявка на полезную модель RU 2016145214 от 17.11.2016, авт. Юскаев Ю.Ю). Речь идет о системе, представляющей собой комплект из блока управления системой безопасности с управляющим алгоритмом, блока обработки и сбора информации по периметру автомобиля и подушек безопасности, расположенных по периметру автомобиля. Цель - предотвратить прямой контакт автомобилей вне зависимости от того, с какой стороны будет удар. Система распознает аварийную ситуацию до столкновения, срабатывают подушки безопасности, и время столкновения увеличивается, что приводит к меньшим ударным воздействиям. Расположены подушки секционно, они могут срабатывать попарно и поодиночке. Пусть автомобиль с подушкой безопасности будет условно называться автомобилем-носителем, а без нее – автомобилем-угрозой. Возможны разные варианты срабатывания подушек в зависимости от ситуации.

Вариант первый: лобовое столкновение – срабатывает подушка безопасности, которая закрывает весь автомобиль. В этом случае автомобиль-угроза переезжает по подушкам автомобиля-носителя (рис. 2).



Рис. 2. Защита при лобовом столкновении.

Вариант второй: при боковом ударе, перед столкновением раскрывается наклонная многокамерная, газом наполняемая оболочка с дополнительными внешними надувными элементами, расположенными на наклонной поверхности подушки (рис. 3). Автомобиль-угроза наезжает на внешнюю сторону этой подушки автомобиля-носителя, сначала передним бампером, затем колесами, формируя волны деформации, возникающие при взаимодействии в момент столкновения. В результате автомобили либо полностью останавливаются, либо значительно снижают скорость движения.



Рис. 3. Защита от бокового удара.

При этом может случиться, что автомобиль-угроза перевертывается на бок или заезжает на подушку и останавливается. Что касается автомобиля-носителя данной системы, то он также своей передней частью кузова формирует волны деформации за счет взаимодействия с внутренней частью подушки безопасности, и соответственно автомобиль-носитель или полностью останавливается, или значительно снижает свою скорость. В данном случае подушка имеет вид треугольной призмы (рис. 3). Наклонная грань призмы имеет ширину, сравнимую с габаритами автомобиля. При вертикальном расположении подушки, показанном на рис. 3, автомобиль-угроза может просто переехать автомобиль-носитель.

Однако, если расположить подушку горизонтально, то при столкновении возможен не прямой удар о диагональную грань подушки, и автомобиль-угроза будет отброшен в сторону, как при рикошете. При ударе автомобиль-носитель рикошетит от внутренней стороны подушки безопасности, а автомобиль-угроза - от внешней. Для того, чтобы автомобиль-угроза и автомобиль-носитель просто не смяли подушку

безопасности и не ударились друг с другом, предлагаются несколько возможных решений.

Прежде всего, можно нанести силиконовую или другую смазку на внешнюю поверхность подушки безопасности, что уменьшит коэффициент трения скольжения автомобиля-угрозы относительно подушки безопасности, увеличив скорость рикошета. В данном случае надо провести исследование на предмет скорости после рикошета, чтобы исключить нежелательные последствия.

Далее можно конструкционно предусмотреть наличие на внешней стороне подушки безопасности полых, вертикальных надувных элементов, которые помимо того, что противостоят местному смятию подушки безопасности, еще и предохраняют её от разрезания и разрыва деталями автомобиля.

Возможен вариант многокамерной наполненной газом оболочки. В этом случае соответственно для каждой камеры необходим свой газогенератор. Допустим, подушка безопасности изготовлена трехкамерной, тогда крайние камеры могут быть спроектированы под программируемое разрушение при ударе. А средняя дополнительно усилена и изготовлена значительно более прочной. Необходимо отметить, что возможно расположение камер подушки одна над другой, чтобы в случае разрыва оболочки одной камеры, например, верхней, нижняя камера не допустила бы удара автомобилей.

Исходя из условия останова автомобиля, можно определить ударную нагрузку в первом приближении как отношение количества движения к времени взаимодействия: $F = m\Delta V/t$, где m – масса автомобиля, ΔV – изменение скорости за время столкновения, F – ударная нагрузка. Мы можем управлять двумя параметрами: скоростью и временем соударения. Скоростью мы управляем, снижая её за счет волн деформации, возникающих при трении бампером автомобиля, его колесами и нижней частью автомобиля о подушку безопасности. Время удара увеличивается за счет демпфирующих свойств газонаполненной оболочки. В итоге получим снижение силы удара обоих автомобилей.

Рассмотрим лобовое столкновение легкового автомобиля ВАЗ 2101, оснащенного данной системой, и грузового автомобиля КАМАЗ. Возможны три варианта развития данного ДТП. Первый вариант состоит в том, что КАМАЗ по наклонным подушкам безопасности просто переедет автомобиль, оснащённый данной системой. Второй вариант развития событий - автомобиль наедет одним колесом, например, при лобовом ударе с 50%-ным перекрытием. Затем, наехав передним левым или передним правым колесом, перевернется на бок и остановится. Третий вариант состоит в том, что остановятся полностью оба автомобиля: автомобиль, оснащённый данной системой, осуществляет взаимодействие с внутренней поверхностью подушки безопасности и тоже останавливается.

Что касается размеров подушки безопасности, то в раскрытом положении они будут тем больше, чем больше масса и размеры автомобиля, на котором они установлены. Идея данной системы возникла благодаря подвигу сотрудника ГАИ Дмитрия Шпака из Нижневартовска, который в декабре 2014 года сопровождал два автобуса с детьми. При возникновении опасной ситуации на дороге, связанной с выездом грузовика на встречную полосу движения, он подставил свой легковой патрульный автомобиль под правое переднее колесо грузовика. Грузовик, наехав правым колесом на патрульный автомобиль, перевернулся на бок и остановился. Патрульный автомобиль получил значительные повреждения. Благодаря тому, что у грузовика был высокий дорожный просвет и центр тяжести находился значительно выше центра тяжести патрульного легкового автомобиля, Дмитрию Шпаку удалось остановить грузовик, заставив его перевернуться (Мартынова, 2014).

Этот случай натолкнул на мысль спроектировать техническое решение, которое позволило бы получить подобный результат для защиты автомобилей при столкновении. Вначале мы предлагали решение в виде металлических щитков с телескопическими приводами, раскладывающихся перед столкновением под определенным углом и формирующих наклонную плоскость, по которой автомобиль-угроза просто переезжает автомобиль-носитель, оснащенный данной системой. Но затем оно было отвергнуто ввиду её громоздкости, сложности, высокой материалоемкости и неэффективности при столкновении автомобилей, оснащенных данными системами. Было предложено применить подушки безопасности наклонной формы с внешними надувными элементами, которые увеличивают прочность на разрыв основного несущего корпуса и более эффективно распределяют силу удара по большей площади поверхности, снижая нагрузку на единицу площади.

Для изготовления оболочки подушки безопасности предлагаем использовать ткань, изготовленную из полиэфирной филоментной (Шмитт, Дебенедиктис, 2007). Нить обладает огромной разрывной прочностью 65 кН/текс, показателем мгновенной температурной ползучести в 0,5% при температуре продуктов горения газообразных 100°C. Есть и другие материалы с похожими характеристиками. Мы предполагаем эффективную работу данной системы при столкновении со стационарным препятствием, к примеру, стеной или столбом. Для срабатывания подушек безопасности может быть применён алгоритм определения угрозы дорожно-транспортного происшествия с помощью автопилота немецкой фирмы Тесла, которым оснащаются немецкие автомобили. Очевидно, что инженерам компании Тесла удалось построить алгоритм таким образом, чтобы можно было заблаговременно определять угрозу ДТП и принимать меры. «Тесла Модель S» имеет 12 ультразвуковых датчиков дальнего радиуса действия, расположенных вокруг автомобиля для того, чтобы «зондировать» происходящее вокруг в диапазоне до 4,8 метров в любом направлении и при любой скорости. Модель также обладает передним радаром, фронтальной камерой, высокоточным GPS и системой, которая обрабатывает все данные из указанных устройств для формирования виртуального образа дороги и обстановки впереди. Благодаря функции самообучения, система автопилота сообщает автопроизводителю в режиме реального времени о возникающих проблемах, что дает возможность исправлять все возникающие ошибки в кратчайший срок и превентивно удалять потенциальные ошибки (Marquez et al., 2010).

Выводы

1. Подушка безопасности, расположенная вне салона автомобиля, может за счет увеличения времени столкновения уменьшить ударную нагрузку.
2. Такого рода подушка безопасности может быть установлена на любом транспортном средстве.
3. Форма, количество камер подушки, дополнительные надувные элементы могут варьировать по мере необходимости.
4. Срабатывание подушек одинаково при столкновении с неподвижным или с движущимся препятствием.
5. Распознавание момента столкновения автопилотом Тесла позволяет срабатывать устройству безопасности до столкновения.
6. Изготовление подушки безопасности из полиэфирной филоментной нити обеспечивает ее надежность.

Дальнейшее уточнение предлагаемого решения и исследования в данной области предполагается провести после результатов, полученных с использованием вычислительного эксперимента.

Список использованной литературы

Автопилот Tesla - самая продвинутая из современных систем на рынке. 2016. (<http://sovavto.org/novosti/avtopilot-tesla-samaya-prodvinutaya-iz-sovremennyx-sistem-na-rynke>).

Гаврик Г. Немецкая волна. Технический прогресс в автомобилестроении и его «побочные явления». 04.02.2007 (<http://dw.com/p/9oVc>).

Мартынова А. Спасшего два автобуса с детьми сотрудника ГИБДД наградят. ТВЦ. 2014. (<http://www.tvc.ru/news/show/id/57830>).

Шмитт Т.Э., Дебенедиктис М.А. Текстильная ткань из сложного полиэфира для подушек безопасности. 28.09.2007. Патентообладатель ИНВИСТА ТЕКНОЛОДЖИЗ С.А.Р.Л. (СН). (<http://www.freepatent.ru/patents/2495167>).

Юскаев Ю. Защита пешеходов: 1 этап испытаний, 2017. Испытания на полигоне УГЛТУ (<https://youtu.be/xlmGmva08IM>).

Chan M. Global status report on road safety: time for action. Geneva, World Health Organization, 2009 (www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009).

Gururaj G. Road traffic injury prevention in India. Bangalore: National Institute of Mental Health and Neuro Sciences, 2006. Publication No. 56.

Jacobs G., Aeron-Thomas A., Astrop A. Estimating global road fatalities. TRL Report 445. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2000. 36 p. (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.174.5207&rep=rep1&type=pdf>).

Marquez P.V., Banjo G.A., Chesheva E.Y., Muzira S. Confronting 'Death on Wheels': Making Roads Safe in ECA // ECA Knowledge Brief. 2010. Vol. 15 (World Bank Report No. 51667-ECA) (week2011.roadsafety.org.ua/assets/files/DonW.pdf).

Mathers C., Boerma T., Ma Fat Ds. The Global Burden of Disease. Geneva, World Health Organization, 2004. 146 p. (http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf).

Murray C.J.L., Lopez A.D., Mathers C.D., Stein C. The Global Burden of Disease 2000 project: aims, methods and data sources (GPE Discussion Paper No. 36). Geneva, World Health Organization, 2001. 57 p. (http://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/world_report/en/)