

**Щурин К.В., Зубаков В.А., Кеменова Ю.В.**  
Оренбургский государственный университет  
E-mail: tteng@mail.ru, npc.transport@mail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

**В статье рассмотрены наиболее опасные ситуации, возникающие при наездах автомобилей на пешеходов, велосипедистов и мотоциклистов. Предложены методы и средства минимизации последствий ДТП путем реализации конструктивных мероприятий по улучшению показателей пассивной безопасности АТС.**

**Ключевые слова:** пассивная безопасность, наружная подушка безопасности, обзорность, пешеход, велосипедист, мотоциклист.

Каждый конкретный автомобиль применительно к участникам дорожного движения, находящимся вне транспортного средства, является прежде всего объектом повышенной опасности. Поэтому первоочередной задачей технического и организационно-правового обеспечения транспорта и его инфраструктуры является постоянное стремление к снижению степени этой опасности. Необходимо констатировать, что мероприятия, реализованные сегодня в этом направлении, не могут быть охарактеризованы как достаточные даже при щадящей оценке.

В настоящее время меры организационно-правового характера направлены в основном на повышение дисциплины среди водителей и в незначительной степени – для остальных участников дорожного движения. Технические средства позволяют лишь зафиксировать отдельные нарушения водителей, однако исключить или минимизировать ситуации, имеющие своими последствиями травматизм и смертельные исходы для внешних участников дорожного движения, они не в состоянии.

При этом следует констатировать, что современные методы и средства автотехнической и судебно-медицинской экспертизы позволили создать по материалам расследований ДТП представительную базу данных, которая создает реальные предпосылки для качественного улучшения показателей технического уровня автомобилей по критерию безопасности.

Безопасность дорожного движения, обусловленная конструкцией транспортного средства (ТС), рассматривается в основном по двум укрупненным группам показателей (рисунок 1): показатели активной безопасности, формирующие свойства ТС, связанные с предупреждением ДТП, и показатели пассивной безопасности, направленные на снижение последствий ДТП.

Основными факторами, определяющими общий уровень пассивной безопасности, являются:

- деформационные характеристики кузова автомобиля;
- объем пространства для выживания во время и после столкновения, в том числе длина пассажирского отсека;
- минимизация негативных конструктивных факторов в травмоопасных зонах;
- эффективность удерживающих систем;
- эффективность системы противопожарной защиты;
- возможность извлечения людей и др.

В совокупности показателей пассивной безопасности автомобиля важнейшее место занимают показатели внешней безопасности (рисунок 1, выделены), формирующие условия снижения тяжести травм пешеходов, велосипедистов и мотоциклистов в случае наезда на них автомобиля. Основными факторами, определяющими внешнюю безопасность автомобиля, являются геометрические и деформационные характеристики кузова автомобиля [1].

Два объекта в момент столкновения представляют собой мгновенную систему, динамика движения которой характеризуется изменением величин скоростей и ускорений. Рассматривая систему автомобиль - пешеход, выделим наиболее опасные ситуации, представляющие угрозу жизни и здоровью пешехода.

Авторами проведен анализ последствий около 100 наездов, совершенных в г. Оренбурге, по представительной выборке материалов дорожно-транспортных происшествий для medico-автотехнических экспертиз с участием судебно-медицинского эксперта. Данная величина включает в себя все наезды на пешеходов в 2008–2010 гг., последствиями которых являлись че-

репно-мозговые травмы, приведшие к смерти. В результате изучения актов судебно-медицинских исследований и материалов уголовных дел было установлено, что лишь 65–68 из общего числа удовлетворяют следующим условиям: автомобили имеют понтонную или клиновидную форму кузова с капотом, расположенным ниже центров тяжести погибших пешеходов и наезд совершен на вертикально ориентированных пешеходов. Анализ показал, что в реальных ДТП смерть пешеходов более чем в 80% случаев наступила от черепно-мозговой травмы, образовавшейся в результате контакта с автомобилем. При столкновении пешехода с автомобилем место контакта зависит от роста человека и от конструктивных особенностей деталей передней части автомобиля – капота, лобового стекла, панели крыши, механизма стеклоочистителя, зеркал и дополнительного оборудования, в первую очередь бамперных обвесов, багажников на крыше и крупногабаритных предметов, обозначающих фирменную принадлежность автомобиля, например «Мерседес», «Ягуар» и др.

На рисунке 2 приведена схема локализации телесных повреждений в результате наездов на пешеходов. Схема составлена с использованием материалов [2] и результатов исследований авторов.

Анализ данных, приведенных на схеме, показывает, что наибольшему риску травмирования подвергаются голова (до 65% совокупности всех травм), кости голени (более 25%), бедра (12%), предплечий (13,1%) и таза (8%), а также сочетания названных и других видов травм. Справа приведены данные о локализации травм при ударе боковой поверхностью кузова. Очевидно, что при реализации мероприятий, направленных на минимизацию количества и степени тяжести травм, в первую очередь следует рассматривать предупреждение травмирования головы.

Первая группа наиболее тяжелых травм пешеходов возникает от контакта с проемом лобового стекла, ограниченного крышей и передними стойками кузова. Поскольку современные триплексные лобовые стекла существенно податливее металла, смертельные травмы головы чаще получают при ударах в областях нижней и



Рисунок 1. Кластеры и детализация показателей безопасности

верхней зон проема лобового стекла, о детали механизма стеклоочистителей и кронштейны зеркал. Вторая представительная группа травм пешехода – повреждения нижних конечностей – переломы костей голени, повреждения коленных суставов (так называемый «бампер-перелом»). Сами по себе травмы ног не смертельны, но в совокупности с другими телесными повреждениями ведут к наступлению грозного осложнения – травматического шока.

Из изложенного следует очевидный вывод: необходимо сделать переднюю часть более податливой. Понятно, что реализовать условие повышения податливости можно лишь в определенных границах – ведь под тонким листом капота или под пластиком бампера находятся детали и узлы, характеризующиеся существенно более высокой жесткостью.

Анализ динамики забрасывания пешехода на автомобиль при лобовом наезде показывает, что при скорости наезда более 60 км/ч человек забрасывается на автомобиль до уровня лобового стекла и крыши. Следует отметить, что возникающие при этом деформации панели крыши и стоек автомобиля, а также разрушения лобового стекла преимущественно являются следствием удара головой. При более благоприятном исходе пешеход оказывается на капоте и перемещается далее по кузову автомобиля с ударами и скольжением до момента падения вправо или влево.

Созданные системы пассивной безопасности автомобилей с податливыми элементами передней части, утопленными стеклоочистителями и дверными ручками и убираемыми фарами, а также возможностью отстрела капота не могут предотвратить основные по тяжести повреждения, которые возникают при контакте головой и верхним отделом позвоночника пешехода, велосипедиста и мотоциклиста с верхней кромкой (срезом) лобового стекла.

«Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств» [3], принятый 10 сентября 2009 г., в настоящий момент приводится в соответствие Правилам ЕЭК ООН и «Глобальным техническим правилам» (см. таблицу).

Названные международные правила устанавливают, что у автомобиля должны отсутствовать выступающие детали с острыми зонами, которые могут дополнительно травмировать человека при наезде. Выполнение требований нового технического регламента явилось предпосылкой того, что автомобили практически полностью избавляются от внешних выступающих частей конструкции, крепящихся к бамперу или другим элементам передней части транспортного средства, изготавливаемых из стали и других материалов с аналогичными характеристиками. Однако названные конструктивные мероприятия в условиях резкого повышения интенсивности дорожного движе-

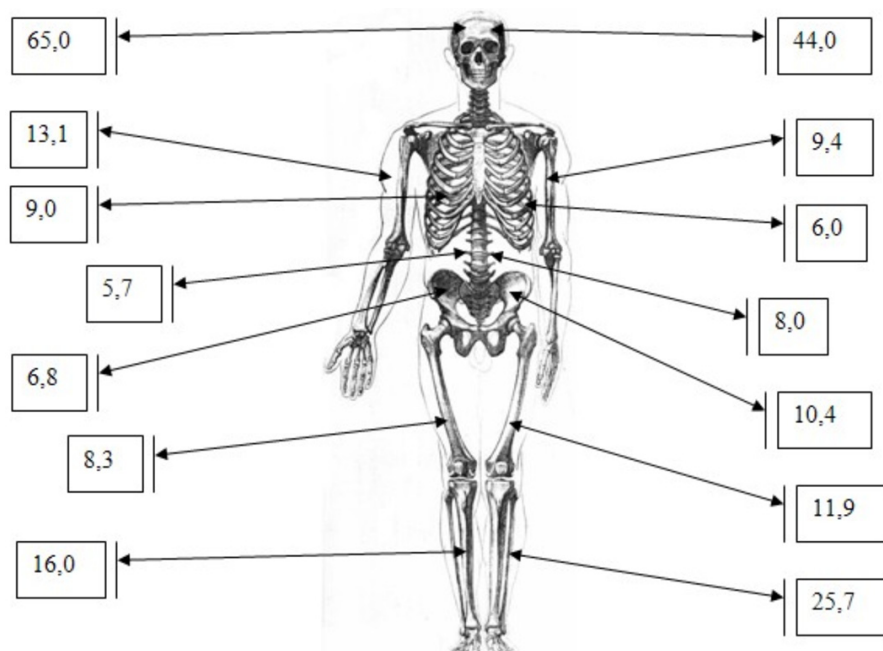


Рисунок 2. Локализация зон травмирования пешехода при наезде

Таблица 1. Перспективные международные требования в сфере безопасности на автомобильном транспорте

Содержание требования	Элементы и свойства объектов технического регулирования, в отношении которых устанавливаются требования	Применяемость по категориям транспортных средств	Международные нормативные документы и начало их применения в РФ
Минимизация физических воздействий на других участников движения	1. Травмобезопасность наружных выступов	M <sub>1</sub>	Правила ЕЭК ООН № 26-02 (до 31 декабря 2013 г.)
		N	Правила ЕЭК ООН № 26-03, включая дополнение № 1 (с 1 января 2014 г.)
	2. Обеспечение защиты пешеходов	M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>	Правила ЕЭК ООН № 61-00, включая дополнение 1
			Глобальные технические правила № 9 (с 1 января 2016 г.)

ния все в меньшей степени отвечают критерию «необходимо и достаточно» при обеспечении пассивной безопасности АТС.

В связи с этим исследователи из британского университета Крэнфилда (Cranfield University) под руководством Р. Харди разработали систему безопасности, включающую наружную подковообразную подушку, при необходимости надуваемую из-под капота (рисунок 3). Такая подушка придает передней части автомобиля большую податливость и перекрывает собой часть поверхности стекла, механизма стеклоочистителей и стоек крыши.

Подушка достаточно эффективна для снижения последствий наездов при скоростях, несколько превышающих 40 км/ч; при этом удар приходится уже не в капот, а в ветровое стекло, удар об которое в большинстве случаев не является критичным для здоровья и жизни. При скоростях, превышающих 50–60 км/ч, зона удара перемещается вверх и локализуется у переднего ребра жесткости панели крыши. В этой ситуации подковообразная подушка становится практически бесполезной.

Очевидно, что это утверждение справедливо и применительно к случаям, касающимся ДТП с участием двухколесных транспортных средств при лобовом столкновении [4]. При таком ударе возникают наиболее тяжелые травмы – головы и верхнего отдела позвоночника. Динамику ДТП с велосипедистами и мотоциклистами наглядно демонстрируют краш-тесты, проведенные компанией DEKRA (рисунок 4) и позволяющие прогнозировать последствия ДТП и осуществлять конструктивные меро-

приятия, направленные на повышение показателей пассивной безопасности автомобилей.

Исходя из изложенного, условия возникновения наиболее тяжелых травм пешехода при наезде на него автомобиля можно подразделить на три группы по критерию суммарной скорости взаимного перемещения:



Рисунок 3. Подковообразная наружная подушка для пешеходов



Рисунок 4. Краш-тест, проведенный компанией DEKRA



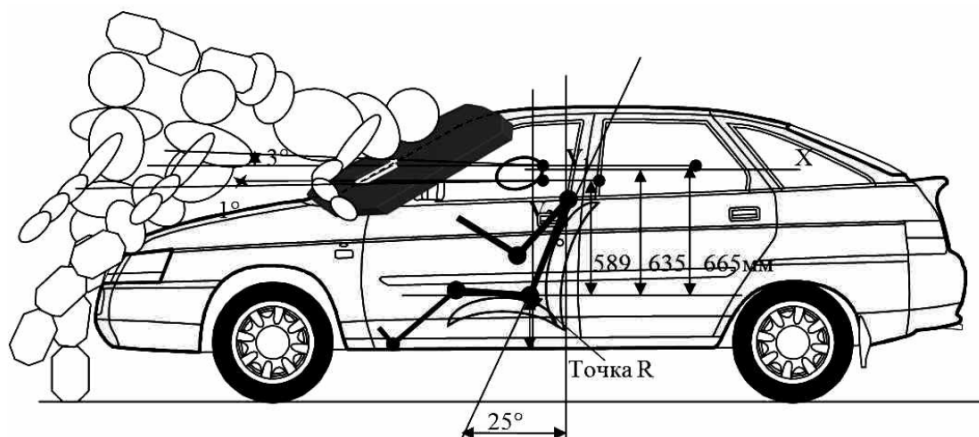


Рисунок 5. Механизм действия наружной универсальной подушки безопасности

1. При скорости менее 40 км/ч происходит удар головой преимущественно в капот, и такая ситуация, как правило, не является смертельной.

2. В диапазоне скоростей 40...60 км/ч удар приходится в лобовое стекло или боковые стойки – опасность существенно возрастает.

3. При скорости, превышающей 60 км/ч, удар приходится в переднюю часть панели крыши или в верхние зоны боковых стоек и опасность становится безусловной.

Для мотоциклистов и велосипедистов наиболее характерными являются ситуации 2 и 3.

Обеспечение условия минимизации тяжелых последствий, часто возникающих при наездах автомобилей на пешеходов и водителей двухколесных транспортных средств при скоростях движения, превышающих 60 км/ч, обуславливает целесообразность применения подушки безопасности, которая полностью перекрывает проем лобового стекла, переднюю часть панели крыши и передние стойки. При этом необходимо обеспечить водителю определенную обзорность для реализации процесса торможения, т.е. предусмотреть «смотровое отверстие».

Опыты, проведенные Дель Кампо с участием группы водителей в Испании, позволили констатировать, что внимание водителя сосредоточено внутри пространства, угловые размеры которого ограничены рамкой на ветровом стекле размером примерно 10x16 см, что соответствует отклонению взгляда по вертикали  $\pm 5^\circ$  и по горизонтали  $\pm 9^\circ$  [5]. Эта рамка располагается таким образом, что охватыва-

ет направление дороги и основные объекты дорожной обстановки. Небольшой объем измерений и отсутствие аппаратуры для записи движений глаз не позволили сделать выводы относительно размеров этого поля при различных скоростях движения. Как показали исследования других авторов, установленные Дель Кампо размеры поля концентрации внимания соответствуют скорости движения около 80 км/ч [4].

Предлагаемая нами конструкция подушки безопасности (рисунок 5) позволяет демпфировать удар и исключить отброс пешеходов и водителей двухколесных транспортных средств от автомобиля вперед. Кроме того, в предлагаемой конструкции подушки предусмотрен проем, посредством которого в момент ДТП обеспечивается определенная обзорность с места водителя. При этом размеры проема закладываются с учетом характеристик нормативного поля обзора [3, 5, 6], позволяющего осуществлять фиксацию направления движения и основных объектов дорожной обстановки, что в известной степени способствует выбору рациональной траектории тормозного пути.

В результате применения предлагаемой универсальной подушки безопасности повышается эффективность защиты пешеходов и участников дорожного движения, передвигающихся на двухколесных транспортных средствах, при их столкновении с передней частью автомобиля за счет демпфирования удара надувными элементами наружной подушки безопасности. Подушка, перекрывающая

лобовое стекло легкового автомобиля, ограниченного передними стойками и передней кромкой крыши, обеспечивает возможность контроля водителем дорожной ситуации пос-

ле ее срабатывания за счет свободно просматриваемого пространства в надувном эластичном компоненте подушки.

9.09.2011

**Список литературы:**

1. Методические основы обеспечения пассивной безопасности транспортного средства [Электронный ресурс]: материалы всероссийской научно-практической конференции «Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога». – Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2009. С. 382-386.
2. Коршаков, И.К. Автомобиль и пешеход: анализ механизма наезда / И.К. Коршаков. – М.: Транспорт, 1988. – 142 с. – ISBN 5-277-00128-X.
3. Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден постановлением Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. №720. – Введ. 2010-09-10. – М., Стандартиформ, 2010. – 215 с.
4. Ветров, Ю. Немецкий надзор DEKRA / Ю. Ветров // Авторевю. – 2010. – №4. – С. 52-53.
5. Лобанов, Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е.М. Лобанов – М.: Транспорт, 1980.
6. Модернизация систем пассивной безопасности автотранспортных средств: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 1 марта 2011 г. «Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений». Москва, 2011. – С. 267-269.

## Сведения об авторах:

**Щурин Константин Владимирович**, декан транспортного факультета, заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и сертификации Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 372560, e-mail: tteng@mail.ru

**Зубаков Валерий Александрович**, генеральный директор

Научно-производственного центра «Транспорт», e-mail: npc.transport@mail.ru

**Кеменева Юлия Викторовна**, судебно-медицинский эксперт отдела сложных судебно-медицинских экспертиз ГУЗ «Бюро СМЭ» Оренбургской области, e-mail: ykemeneva@gmail.com

**UDC 656.13**

**Shchurin K.V., Zubakov V.A., Kemeneva Yu.V.**

Orenburg state university, e-mail: tteng@mail.ru, npc.transport@mail.ru

**RAISING THE LEVEL OF PASSIVE SAFETY OF A CAR**

The article considered the most dangerous situation arising in driving over the pedestrians, cyclists and motorcyclists. Methods and means to minimize the consequences of ACCIDENTS by carrying out constructive activities to improve the passive safety of ATS are proposed.

Key words: passive safety, external airbag, visibility, pedestrian, bicyclist, motorcyclist.

## Bibliography:

1. Methodical basics for providing passive vehicle safety [electronic resource]: «Science and practice integration in professional teacher development, «Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference – Orenburg, PKI OSU, 2009. S. 382-386.
2. Korshakov, IK Vehicle and pedestrian: a collision analysis of the mechanism. / IK Korshakov – М.: Transport, 1988, S.142 – ISBN 5-277-00128-X.
- 3.»Technical Regulations on the Safety of wheeled vehicles.» Approved by the RF Government Decree of September 10, 2009, №720.– М., Standartinform, 2010. –S. 215.
4. Vetrov, Yu. German surveillance DEKRA / Yu Vetrov // Auto Review. – 2010. – №4, – S. 52-53.
5. Lobanov, EM Road and traffic management in the light of Psychophysiology driver. / EM Lobanov – М.: Transport, 1980.
- 6.Modernization of the vehicles passive safety Proceedings of the V International scientific-practical conference «Forensic tools and techniques in the detection and investigation of crime» – М., 2011. – S.267-269.