

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Пензенский государственный университет архитектуры и строительства"  
Автомобильно-дорожный институт

Кафедра "Организация и безопасность движения"

Утверждаю:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ильина И.Е.  
(подпись, инициалы, фамилия)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе на тему

Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода  
(наименование темы)

Автор ВКР Остриков А.О.

(подпись, инициалы, фамилия)

Обозначение ВКР-2069059-23.03.01-120544-17 Группа ТТП-51з

Направление 23.03.01 "Технология транспортных процессов"

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Францев С.М.)

(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Консультанты по разделам

Экономический раздел

наименование раздела \_\_\_\_\_

(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Раздел безопасности жизнедеятельности

наименование раздела \_\_\_\_\_

(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

Пенза 2017 г.



### III. Перечень графического материала

1. Схема наезда на пешехода

2. Способы снижения тяжести последствий для пешехода при ДТП

3. Подушка безопасности для пешехода

4. Травмобезопасное крепление крыльев кузова

5. Травмобезопасный капот

6. Энергопоглощающий бампер

7. Устройство распознавания наезда транспортного средства на пешехода

### IV. График выполнения ВКР

№п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения этапа
1	Глава 1	1.03.2017
2	Глава 2	1.04.2017
3	Представление законченной ВКР	1.05.2017

Дата выдачи задания 28.11.2016г

Научный руководитель проекта \_\_\_\_\_ С.М. Францев  
подпись, дата, инициалы, фамилия

#### **Консультанты по разделам:**

Экономический раздел \_\_\_\_\_  
дата, инициалы, фамилия

Раздел БЖД \_\_\_\_\_  
дата, инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению 29.11.2016 г.  
подпись, дата

\_\_\_\_\_ Остриков А.О.  
инициалы, фамилия

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему: Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода.

Выпускная квалификационная работа содержит 2 главы. Графическая часть состоит из \_\_\_ листов формата А1. Пояснительная записка объемом \_\_\_\_\_ страниц.

Цель – анализ современных конструкций и разработка конструктивных решений, направленных на повышение внешней пассивной безопасности легкового автомобиля LADA.

Первая глава посвящена рассмотрению конструктивных решений по улучшению внешней пассивной безопасности транспортного средства категории М1. Рассмотрены современные конструкции подушек безопасности пешехода, травмобезопасного бампера, капота. Приведены нормативные акты в отношении внешней пассивной безопасности транспортных средств.

Во второй главе описываются предлагаемые подушка безопасности для пешехода, энергопоглощающий бампер, травмобезопасный капот и крылья, устройство распознавания момента столкновения с пешеходом.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>	Ильина И.Е.				<i>Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>								
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Ильина И.Е.					ПГУАС каф.ОБД гр. ТТП-51з		
<i>Студент.</i>	Остриков А.О.							

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

### Глава 1 АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ И УСТРОЙСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ НАЕЗДЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ПЕШЕХОДА

1.1. Нормативные документы в области технического регулирования  
конструктивной безопасности автомобиля

1.1.1. Правила ЕЭК ООН № 26 «Единообразные предписания,  
касающиеся официального утверждения транспортных средств в  
отношении их наружных выступов»

1.1.2. Правила ЕЭК ООН № 61 «Единообразные предписания,  
касающиеся официального утверждения транспортных средств  
неиндивидуального пользования в отношении их наружных выступов,  
расположенных перед задней панелью кабины»

1.1.3. Правила ЕЭК ООН № 73 «Единообразные предписания,  
касающиеся официального утверждения грузовых транспортных средств,  
прицепов и полуприцепов в отношении их боковой защиты»

1.1.4. Глобальные технические правила № 9

1.1.5. Нормативные акты РФ в области установления требований в  
отношении безопасности пешеходов

1.2. Обзор устройств защиты пешеходов при наезде автомобиля

1.3. Выводы по главе

### Глава 2 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ПО СНИЖЕНИЮ ТЯЖЕСТИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЕШЕХОДОВ ПРИ НАЕЗДЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

2.1 Подушка безопасности для пешехода

2.2. Травмобезопасные крылья кузова

2.3 Травмобезопасный бампер

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4 Травмобезопасный капот

2.5 Устройство распознавания наезда транспортного средства на пешехода для активизации подушки безопасности

2.6 Выводы по главе

Заключение

Список литературы

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## Введение

Пассивная безопасность – это свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП. Пассивная безопасность проявляется в период, когда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения автомобиля и предотвратить ДТП.

При совершенствовании «пассивной» безопасности автомобиля, т.е. ограничении последствий аварии, перед конструкторами открывается широкое поле деятельности. Таким образом, обеспечение «пассивной» безопасности практически имеет не меньшее значение и является частью одной общей проблемы - обеспечения безопасности движения.

Внешняя пассивная безопасность — это свойство транспортного средства снижать или исключать вероятность и тяжесть травмирования пешеходов, а также водителей и пассажиров безопасности.

Пассивная безопасность включает в себя множество элементов.

Анализ реальных наездов и имитация аварий с манекенами показали, что летальный исход в 80% всех случаев бывает вызван травмами головы при контакте с автомобилем.

Место контакта зависит от роста человека и от конфигурации передка — в случае с легковым автомобилем это или капот, или лобовое стекло. Так как современные триплексные лобовые стекла (два закаленных стекла и тонкая пленка между ними) гораздо «мягче» металла, смертельные травмы головы чаще получают при ударе о капот, о рычаги механизма стеклоочистителей.

Вторая группа самых многочисленных «пешеходных» травм — переломы голеней, повреждения коленных суставов и берцовых костей. Как правило, травмы ног не смертельны, но способны сделать человека инвалидом. Основная причина — удары о бампер и о передний край капота.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





# Глава 1. АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ И УСТРОЙСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ НАЕЗДЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ПЕШЕХОДА

## 1.1. Нормативные документы в области технического регулирования конструктивной безопасности автомобиля

Начало формирования требований по обеспечению безопасности пассажиров автомобиля приходится на 50-е годы прошлого века. С середины 1980-х озаботились сохранением жизни и здоровья пешеходов при ДТП. Последней проблемой заинтересовались производители автомобилей и независимые от них организации, в том числе поддерживаемые правительствами некоторых стран.

Наибольших успехов в вопросах технического регулирования конструктивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода добились автомобильные компании и организации в США, государствах ЕС и Японии — основных странах-производителях автомобильной техники. В Соединенных Штатах Америки с 1971 г. введены статистические базы по дорожно-транспортным происшествиям, такие как GES (General Estimates System) и FARS (Fatality Analysis Reporting System), а позже началось внедрение программ моделирования и определения причин и последствий ДТП с участием пешеходов (например, Crash Analysis Tool (PBCAT)).

В соответствии с требованиями стандарта США FMVSS 131 «Устройства школьного автобуса для предотвращения наезда на пешеходов» в конструкции автобусов должны быть предусмотрены такие устройства как сигнальные лампы желтого и красного света, зеркала «кругового» обзора, выдвигающаяся из борта автобуса табличка «STOP» для подачи соответствующего сигнала водителям других транспортных средств.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Изначально в США разработка мер по снижению количества и тяжести последствий ДТП с участием пешеходов велась в ключе принятия мер по недопущению самого происшествия: применение предупреждающих дорожных знаков, введение светоотражающей маркировки и требований правил парковки, изучение психологии поведения пешеходов (в т.ч. находящихся в состоянии алкогольного опьянения, пожилых) и т.п.

Страны-участницы Женевского соглашения 1958 г. введением в 1972-м году Правил ЕЭК ООН № 26 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении их наружных выступов» впервые обозначили понимание проблемы обеспечения безопасности лиц, находящихся вне транспортных средств. Этими Правилами были введены требования в отношении наружных выступов транспортных средств категорий M1 и N1: декоративных деталей, фар, решеток, бамперов, стеклоочистителей, а кроме того, и к самой наружной поверхности, которая не должна иметь выступающих наружу острых и режущих частей, представляющих опасность для пешеходов в случае столкновения. Требования Правил ЕЭК ООН № 26 формировались в результате проводившейся в этом направлении деятельности Рабочей группы по конструкции транспортных средств КВТ ЕЭК ООН, известной сейчас как Всемирный форум для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) ЕЭК ООН.

**1.1.1. Правила ЕЭК ООН № 26 “Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении их наружных выступов”**

Наружная поверхность транспортного средства не должна иметь выступающих наружу остроконечных или режущих частей или выступов, которые по своей форме, размерам, направлению или жесткости могут

					<i>Лист</i>
					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

увеличить опасность или серьезность ранения лиц, ударяемых или задеваемых транспортным средством в случае столкновения.

Наружная поверхность транспортного средства не должна иметь выступающих наружу частей, которые могут зацепить пешеходов, велосипедистов или мотоциклистов.

Ни одна выступающая часть наружной поверхности не должна иметь радиус кривизны меньше 2,5 мм.

Выступающие части наружной поверхности, изготовленные из материала, твердость которого не превышает 60 единиц по Шору, могут иметь радиус кривизны менее 2,5 мм.

Дополнительные декоративные детали, выступающие по отношению к своей опоре более чем на 10 мм, должны утапливаться, отрываться или изгибаться под действием силы 10 дан, прилагаемой в их наиболее выступающей точке в любом направлении в плоскости, приблизительно параллельной той поверхности, на которой они монтируются. Эти положения не распространяются на декоративные детали, расположенные на решетке радиатора.

Предохранительные планки или пластинки на наружной поверхности должны прочно крепиться на транспортном средстве.

Если дополнительные декоративные детали выступают наружу менее чем на 5 мм, то предписание в отношении минимального радиуса кривизны 2,5 мм не применяется, но наружные углы этих деталей должны быть сошлифованы.

Выступающие ободки и козырьки фар разрешаются при условии, что максимальный их выступ по отношению к наиболее выступающей точке поверхности стекла фары не превышает 30 мм и что радиус их кривизны в любом месте составляет не менее 2,5 мм.

Решетки для забора или выпуска воздуха и облицовку радиатора: расстояние между последовательно расположенными элементами не превышает 40 мм. Для щелей размером от 25 до 40 мм радиус кривизны

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		





принимается окружность диаметром 100 мм, расположенная между точками касания этой окружности с наружным контуром.

4. Чертежи поперечных сечений "наружной поверхности" рассматриваемых частей должны представляться заводом-изготовителем, с тем чтобы можно было измерить высоту упоминаемых выше выступов.

Потенциальная опасность для пешеходов наружных выступов кабин грузовых автомобилей была уменьшена путем введения соответствующих положений Правилами ЕЭК ООН № 61 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств неиндивидуального пользования в отношении их наружных выступов, расположенных перед задней панелью кабины». Требования этих Правил, касающиеся конструкции транспортных средств категорий N1-N3, не менее жестки по сравнению с Правилами ЕЭК ООН № 26 и также призваны уменьшить опасность и тяжесть повреждений, получаемых человеком при ударе о наружную часть автомобиля в случае столкновения.

**1.1.2. Правила ЕЭК ООН № 61 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств неиндивидуального пользования в отношении их наружных выступов, расположенных перед задней панелью кабины»**

Любые компоненты не должны иметь выступающих наружу остроконечных или режущих частей или выступов, форма, размеры, направление или твердость которых могут увеличить опасность или тяжесть телесных повреждений, получаемых людьми, если их ударило или задело транспортное средство в случае столкновения.

Радиус кривизны декоративных деталей, торговых; знаков, букв и цифр коммерческой маркировки должен составлять не менее 2,5 мм. Это положение не распространяется на декоративные детали, если они

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

выступают наружу не более, чем на 5 мм; однако в этом случае наружные края этих деталей должны быть закругленными.

Декоративные детали, торговые знаки, буквы и цифры коммерческой маркировки, выступающие по отношению к внешней поверхности более чем на 10 мм, должны утапливаться, отделяться или изгибаться под действием силы 10 даН прилагаемой в их наиболее выступающей точке в любом направлении в плоскости, приблизительно параллельной той поверхности, на которой они установлены.

Для приложения силы 10 даН используется пуансон диаметром не более 50 мм с плоской ударной поверхностью. В случаях, когда это невозможно, применяется эквивалентный метод. После того как декоративные детали утоплены, отделены или согнуты, оставшиеся детали не должны выступать более чем на 10 мм и не должны иметь каких-либо колющих, острых, или режущих краев.

Наличие выступающих ободков и козырьков фар допускается при условии, что по отношению к внешней поверхности стекла фары они выступают не более чем на 30 мм и что радиус их кривизны в любом месте составляет не менее 2,5 мм.

Элементы решеток должны иметь радиус кривизны:

- не менее 2,5 мм, если расстояние между рядом расположенными элементами превышает 40 мм;
- не менее 1 мм, если это расстояние составляет от 25 мм до 40 мм;
- не менее 0,5 мм, если это расстояние меньше 25 мм,

Конструкция стеклоочистителя ветрового стекла и фар вышеуказанных приспособлений должна предусматривать наличие защитного кожуха рычага щеткодержателя, имеющего радиус кривизны не менее 2,5 мм и площадь поверхности не менее 150 мм<sup>2</sup>, определяемую проекцией на сечение, отстоящее не более чем на 6,5 мм от наиболее выступающей точки.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		





- они снабжены самостоятельным возвратным механизмом;
- в случае поломки возвратного механизма они не могут выступать более чем на 15 мм;
- их радиус кривизны в открытом положении составляет не менее 2,5 мм (это положение не применяется, если в максимально открытом положении их выступ составляет менее 5 мм, в этом случае углы частей, направленных наружу,, должны быть закругленными);
- площадь поверхности конца ручки, измеренная на расстоянии не более 6,5 мм от наиболее выступающей точки, составляет не менее 150 мм<sup>2</sup>.

Сточные желобки допускаются при условии, что их кромки загнуты к кузову таким образом, чтобы их нельзя было коснуться сферой диаметром 100 мм, и при условии, что эти края прикрыты защитным элементом с радиусом кривизны не менее 2,5 мм.

Гайки крепления колес, колпаки ступиц и защитные устройства колес не должны иметь выступов ребристой формы.

При движении по прямой линии ни одна часть колес, за исключением шин, расположенная выше горизонтальной плоскости, проходящей через их ось вращения, не должна выступать за контуры вертикальной проекции края панели кузова над колесом на горизонтальную плоскость. Однако, если это вызывается эксплуатационными требованиями, защитное устройство, закрывающее гайки и крепления колес и ступицы, может выступать за контуры вертикальной проекции края панели кузова над колесом при условии, что радиус кривизны поверхности выступающей части составляет не менее 5 мм и что она ни в коем случае не выступает за вертикальную проекцию края панели кузова над колесом, более чем на 30 мм.

Проемы для домкрата, если таковое имеется, и выхлопная труба (трубы) не должны выступать более чем на 10 мм за вертикальную проекцию линии пола или за вертикальную проекцию пересечения исходной плоскости с наружной поверхностью транспортного средства.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В отступление от настоящего предписания выхлопная труба может выступать более чем на 10 мм, если ее края закруглены и имеют минимальный радиус кривизны не менее 2,5 мм.

Дальнейшим шагом на пути совершенствования требований по безопасности пешеходов стало введение с 1-го января 1988 г. Правил ЕЭК ООН № 73 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения грузовых транспортных средств, прицепов и полуприцепов в отношении их боковой защиты» с целью предотвращения попадания незащищенных пользователей дорог под транспортное средство или под его колеса сбоку.

**1.1.3. Правила ЕЭК ООН № 73 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения грузовых транспортных средств, прицепов и полуприцепов в отношении их боковой защиты»**

Боковое защитное устройство не должно увеличивать габаритную ширину транспортного средства, а основная часть его внешней поверхности не должна отстоять более чем на 120 мм от наиболее удаленной плоскости (максимальная ширина) транспортного средства. Его передний конец на некоторых транспортных средствах может быть загнут внутрь. Его задний конец не должен отстоять более чем на 30 мм от боковин задних шин, расположенных снаружи (исключая выпуклые участки шин в месте контакта с дорогой) на расстоянии не менее 250 мм.

Внешняя поверхность устройства должна быть гладкой и по мере возможности сплошной от его передней до задней оконечности; однако прилегающие части могут заходить одна на другую при условии, что верхняя часть обращена краем назад или вниз, кроме того, может оставаться продольный зазор не более чем в 25 мм при условии, что задняя часть не выступает за пределы передней части; закругленные шляпки болтов или

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



- 100 мм для транспортных средств категории N и O. и загибаться внутрь на 100 мм.

Задний край бокового ограждения не должен выступать вперед более чем на 300 мм за пределы вертикальной плоскости, перпендикулярной продольной плоскости транспортного средства и касательной к внешней поверхности шины самого заднего колеса; на заднем крае не требуется установки цельной вертикальной детали.

Расстояние между нижним краем ограждения и уровнем грунта не должно ни в одной точке превышать 550 мм.

Верхний край ограждения не должен быть более чем на 350 мм ниже той части конструкции транспортного средства, которую образует вертикальная плоскость, касательная к внешней поверхности шин (кроме выпуклых частей шин, находящихся близко от земли).

Боковые ограждения должны быть жесткими, надежно установленными (их крепление не должно ослабевать вследствие вибрации, возникающей в условиях нормальной эксплуатации транспортного средства) и должны быть изготовлены из металла или любых других пригодных для этого материалов. Боковое ограждение считается пригодным, если оно способно выдерживать горизонтальную статическую нагрузку в 1 кН, прилагаемую перпендикулярно к любой части его внешней поверхности с помощью центральной плоской части испытательного устройства круглого сечения диаметром 220 мм • 10 мм, и если прогиб ограждения под нагрузкой в этом случае не превышает: 30 мм на самом заднем участке ограждения длиной в 250 мм; и 150 мм на остальной части ограждения.

Выполнение этого требования может быть проведено путем расчета.

Стационарно устанавливаемые на транспортном средстве компоненты, например аккумуляторные ящики, емкости для сжатого воздуха, топливные баки, лампы, отражатели и ящики для инструментов и запасные колеса, могут быть вмонтированы в боковое ограждение.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

#### 1.1.4. Глобальные технические правила № 9

Для предотвращения серьезных и смертельных травм пешеходов в авариях Международная Организация по Стандартизации (ISO) в 1987 г. создала рабочую группу WG2 по исследованию защиты пешеходов и для разработки соответствующих методик испытаний. Результатом работы этой группы стала разработка стандартов, устанавливающих методики испытаний по защите пешеходов и характеристики необходимого оборудования для проведения таких испытаний: ISO 11096:2002 (Метод испытаний удара бедра, ноги и колена пешехода), ISO/DIS 14514 (Метод испытаний удара головы пешехода) и ISO/ DIS 16850 (Метод испытаний удара головы ребенка). Стандарты ISO, а также стандарты, разработанные международной организацией повышения безопасности транспортных средств ESV (Enhanced Safety Vehicle) в рамках исследований IHRA (International Harmonised Research Activities), легли в основу проекта Директивы ЕС по безопасности пешеходов.

Для минимизации повреждений, причиняемых пешеходу при наезде на него транспортного средства, с 2005 г. стало обязательным соответствие конструкции автомобилей, методик испытаний и методов расчета требованиям Директивы ЕС 2003/102. Введение данной Директивы предусматривалось в два этапа: на первом — обязательное соответствие всех новых типов транспортных средств, выпускаемых в обращение на территории ЕС, требованиям, собственно, Директивы ЕС 2003/102, на втором — введение пересмотренных, более жестких требований фазы II этой Директивы (касающихся, например, снижения величины максимального ускорения голени и динамического угла колена при испытаниях защиты нижней части ноги).

Реализацией второго этапа стала Директива ЕС 78/2009, идентичная Глобальным техническим правилам (ГТП) № 9. Она заменила Директиву ЕС 2005/66 «Применение фронтальных систем защиты» и кроме того, ввела

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



риска возникновения ДТП с участием пешехода и уменьшение тяжести последствий при столкновении «автомобиль-пешеход».

С сентября 2007 г. все новые типы легковых (до 9-ти мест включительно) автомобилей и грузовых транспортных средств на базе легковых, полной массой менее 2500 кг, соответствуют положениям «Технических требований защиты головы пешеходов». Предписания в отношении методик подтверждения соответствия и обработки их результатов содержатся в документе TRIAS 63 «Процедуры испытаний защиты головы пешеходов». Требования вышеуказанных нормативных актов, действующих в Японии, несколько отличаются от предписаний ГТП № 9 как в части области их определения, так и в части методик испытаний (табл. 1.1). Так, в соответствии со своим названием, японские документы не устанавливают требования в отношении защиты ног.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		





Основным критерием оценки степени тяжести травмы головы пешехода, согласно ГТП № 9, является коэффициент травмирования головы *HIC* (*Head Injury Criteria*):

$$HIC = [1 / (t_2 - t_1) \int_{t_1}^{t_2} a \cdot d \cdot t]^{2.5} \cdot (t_2 - t_1)$$

Таблица 1.2 Зависимость кода AIS от степени повреждений

Код AIS	Степень повреждений	Вероятность получения смертельных повреждений	Повреждения (симптомы)
1	Низкая	0%	Легкие повреждения мозга (головная боль и головокружение, потеря концентрации), незначительное повреждение шеи
2	Средняя	0,1-0,4%	Сотрясение мозга с возможным повреждением черепа (потеря сознания менее чем на 15 минут, образование капиллярной сетки на роговице глаза, небольшие повреждения сетчатки), повреждения лица и носа без переломов
3	Серьезная	0,8-2,1%	Сотрясение мозга с возможным повреждением черепа (потеря сознания более чем на 15 минут без сильных неврологических повреждений), открытый или закрытый перелом черепа (частичная потеря зрения), перелом или открытие лицевой кости, повреждение шеи без перелома и травмирования спинного мозга
4	Сильная	7,9-10,6%	Серьезные повреждения черепа с сильными неврологическими последствиями
5	Критическая	53,1-58,4%	Сотрясение мозга с повреждением черепа (потеря сознания более чем на 12 часов, внутреннее кровоизлияние, критические неврологические показатели)
6	Смертельная	-	Смертельные повреждения головного мозга, шеи и спинного мозга

Значение коэффициента *HIC* не должно превышать 1000 единиц — значения, соответствующего 15 %-му риску получения сильной травмы головы (AIS 4+) (табл. 1.2) в пределах половины зоны испытаний с использованием модели головы ребенка, и в пределах 2/3 совокупной зоны испытаний с использованием модели головы ребенка и взрослого. Для остальных зон значение *HIC* не должно превышать 1700.

Риск получения травм ног устанавливается такими параметрами, как динамический угол изгиба колена модели нижней части ноги, ускорение голени (для автомобилей с высотой расположения контрольной линии нижней поверхности бампера менее 425 мм) и значение мгновенной суммы ударных сил, а также момент изгиба модели верхней части ноги (для автомобилей с высотой расположения контрольной линии нижней поверхности бампера более 500 мм). Для транспортных средств с высотой расположения контрольной линии нижней поверхности бампера, находящейся в пределах 425-500 мм, согласно ст. 98 ГТП № 9 может

применяться как первая, так и вторая процедура подтверждения соответствия.

### **1.1.5. Нормативные акты РФ в области установления требований в отношении безопасности пешеходов**

В нашей стране цели радикального сокращения дорожно-транспортного травматизма, совершенствования организации движения транспорта и пешеходов, а также повышения уровня безопасности транспортных средств намечались в несколько этапов. О необходимости принятия радикальных мер свидетельствовали данные статистики ДТП, ухудшающиеся показатели травматизма на дорогах. По данным официального сайта ГИБДД МВД России [www.gibdd.ru](http://www.gibdd.ru) в 2005 г. на территории Российской Федерации всего произошло около 230 тыс. дорожно-транспортных происшествий, в которых погибло более 13 тыс. пешеходов (для сравнения: в 2009 г. — чуть более 203 тыс. ДТП и 5 тыс. пешеходов, соответственно).

Правилами по проведению работ в Системе сертификации механических транспортных средств и прицепов (утверждены постановлением Госстандарта России № 19 от 1 апреля 1998 г.) с момента их вступления в силу были установлены требования обязательного соответствия вновь выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации типов транспортных средств требованиям Правил ЕЭК ООН №№ 26-01, 61-00 и 73-00.

Позднее, постановлением Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 100, введена в действие федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», установившая последовательность административных процедур, направленных на снижение количества дорожно-транспортных происшествий, в т.ч. с участием пешеходов.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Техническим регламентом «О безопасности колесных транспортных средств» (утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. № 720, далее — Регламент) предусмотрено введение еще более жестких требований для вновь выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации типов транспортных средств. Введены требования Правил ЕЭК ООН № 26 с поправками серии 02 (п. 4.1 Приложения № 2 Регламента). С 01.01.2014 г. предусмотрено введение более жестких требований поправок серии 03 данных Правил, заключающихся в конкретизации требований к радио- и радиотелефонным антеннам, в частности, к величине выступов их оснований.

Кроме того, Регламентом предусматривается введение принципиально новых для отечественной системы подтверждения соответствия требований — вышеуказанных Глобальных технических правил. Требования ГТП № 9 «Безопасность пешеходов» будут обязательны при проведении процедуры подтверждения соответствия вновь выпускаемых в обращение типов транспортных средств категорий M1, M2, N1 и N2. При введении этих требований в Регламент учтен современный уровень развития экономики страны. Поэтому в Регламенте предусмотрено внедрение ГТП № 9 с 1 января 2016 г.

Установление требований в отношении безопасности пешеходов через Глобальные технические правила, как и само включение ГТП № 9 в национальное российское законодательство, является также шагом на пути реализации принятых Российской Федерацией обязательств в рамках Глобального Соглашения 1998 г., подписанного нашей страной 25 июля 2000 г. Таким образом, российское законодательство будет гармонизировано с международными нормативно-правовыми актами в области безопасности пешеходов.

Однако первопричиной введения подобных требований следует считать заботу о повышении безопасности рядовых граждан, каждый из которых в той или иной степени является участником дорожного движения.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 1.2. Обзор устройств защиты пешеходов

Анализ реальных наездов и имитация аварий с манекенами показали, что летальный исход в 80% всех случаев бывает вызван травмами головы — причем как от вторичных ударов об асфальт при падении сбитого человека, так и при контакте с автомобилем (рис. 1.1 и 1.2).

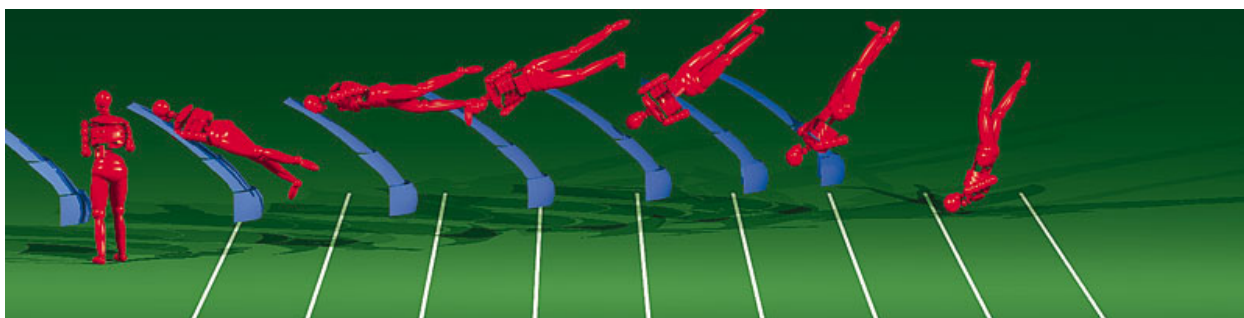


Рис. 1.1. Моделирование кинематики движения тела при наезде однообъемника



					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

*Лист*





Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

*Лист*





Рис. 1.2. Кинематика наезда автомобиля на пешехода

Место контакта зависит от роста человека и от конфигурации передка — в случае с легковым автомобилем это или капот, или лобовое стекло. Так как современные триплексные лобовые стекла (два закаленных стекла и тонкая пленка между ними) гораздо «мягче» металла, смертельные травмы головы чаще получают при ударе о капот, о рычаги механизма стеклоочистителей. По краям проема лобовое стекло по степени «твердости» приближается к металлу (рис. 1.3-1.5).

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



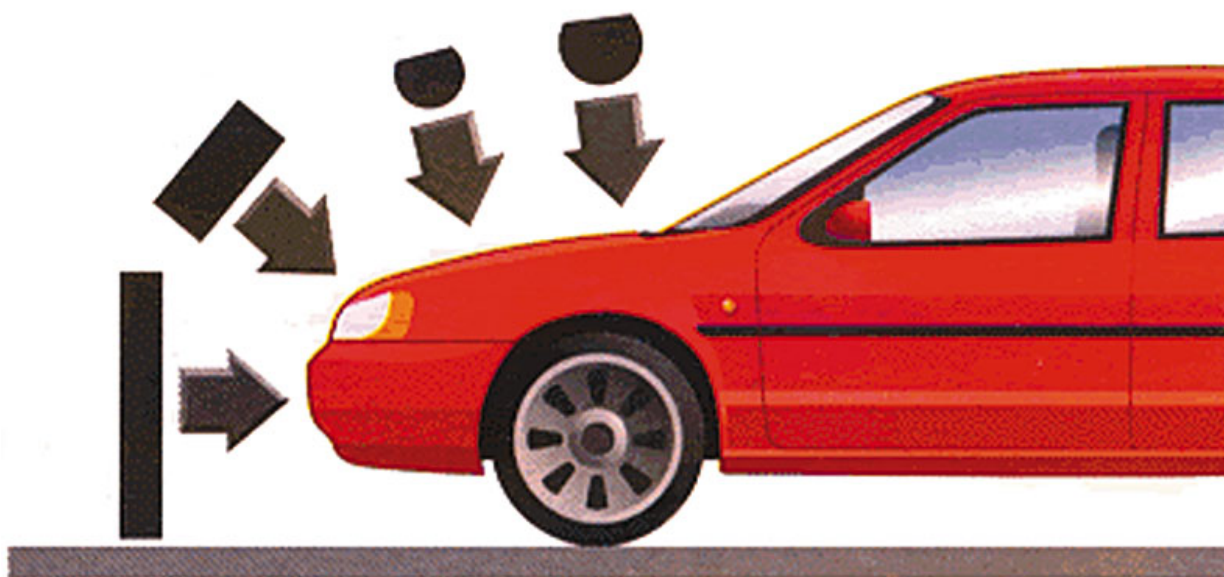


Рис. 1.3. Схема испытаний на безопасность пешеходов (тесты моделируют удар ногами и головой неподвижного пешехода о бампер, капот и лобовое стекло автомобиля, движущегося со скоростью 40 км/ч; направление и скорость выстрела «бедра» и «голов» вычисляется в зависимости от высоты и формы передка конкретного автомобиля)

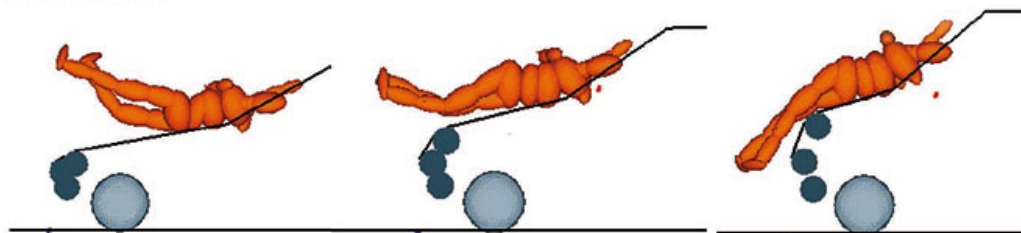
					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



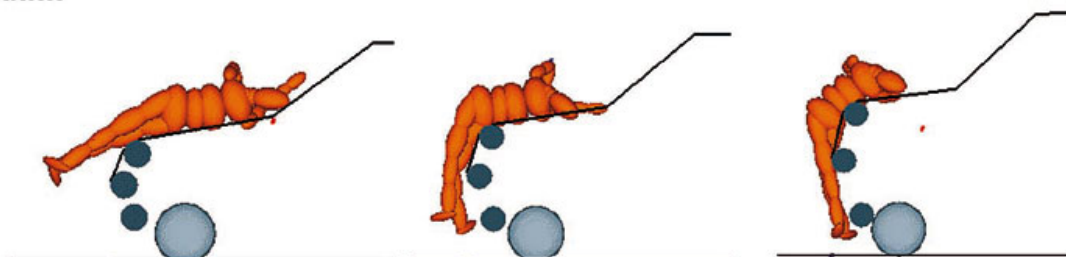
Рис. 1.4. Удар коленями приходится на самую выступающую часть бампера, а удар головой происходит о капот в районе стыка с лобовым стеклом

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Легковой автомобиль



### Внедорожник



### Однообъемник

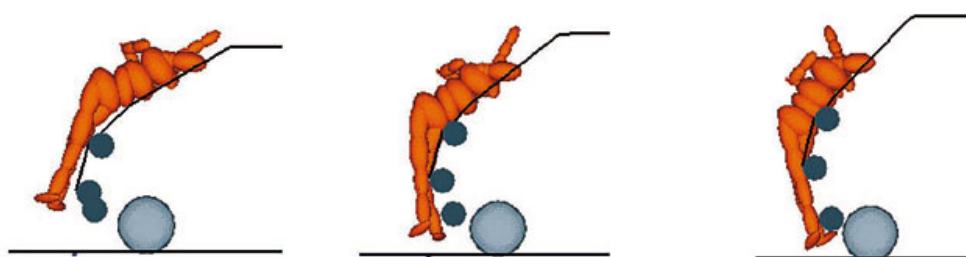


Рис. 1.5. Результаты компьютерного моделирования контакта пешехода с передком автомобилей разных типов

Вторая группа самых многочисленных «пешеходных» травм — переломы голеней, повреждения коленных суставов и берцовых костей. Как правило, травмы ног не смертельны, но способны сделать человека инвалидом. Основная причина — удары о бампер и о передний край капота.

Уменьшить вероятность травм при наезде можно сделав переднюю часть автомобиля более податливой (рис. 1.6).



«Мягкая»  
передняя  
кромка капота

Поперечный  
брус утоплен  
в глубь  
передка

Рис. 1.6. Травмобезопасная передняя часть автомобиля

Понятно, что «смягчить» его можно лишь до какой-то степени — ведь под тонким листом капота или под пластиком бампера все равно спрятаны «твердые» узлы и агрегаты. Но специалисты британского полигона TRL провели ряд тестов и в 1985 году на базе серийного хэтчбека Austin Metro построили экспериментальный «безопасный» автомобиль, передок которого был рассчитан на защиту пешеходов при наезде на «среднестатистической» скорости подобных столкновений — 40 км/ч. Например, расчетный критерий вероятности травмы головы НИС (Head Injury Criterion) при ударе головы манекена о капот такой машины не превышал пороговой величины в 1000. Конечно, это ни в коей мере не гарантирует пешеходу жизнь и здоровье —

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист





В этом отношении показателен новый Accord. Полностью избавиться от «жестких» силовых элементов пока не удалось — концы передних лонжеронов подходят вплотную к «кожуре» бампера, чтобы в случае столкновения с препятствием как можно раньше принимать на себя тяжесть удара. Но связывающий лонжероны поперечный брус утоплен вглубь — от бампера до металла остается пространство глубиной около 10 см. При наезде на пешехода податливый пластик просто прогнется, смягчая удар по ногам, и страшного перелома в коленных суставах удастся избежать.

От капота до клапанной крышки двигателя тоже оставлен значительный зазор — это запрограммированная «глубина деформации» при возможных ударах головы. Кроме того, крылья крепятся к брызговикам моторного отсека не напрямую, а через специальные деформируемые стоечки — теперь даже кромки крыльев станут более безопасными при наезде (рис. 1.7 и 1.8). Петли капота тоже рассчитаны на энергопоглощение при ударе сверху. А механизм «дворников» выполнен таким образом, что поводки утапливаются при силовом воздействии извне, не нанося тяжелых травм голове пешехода.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Крылья смонтированы на деформирующихся кронштейнах

Энергопоглощающие петли капота

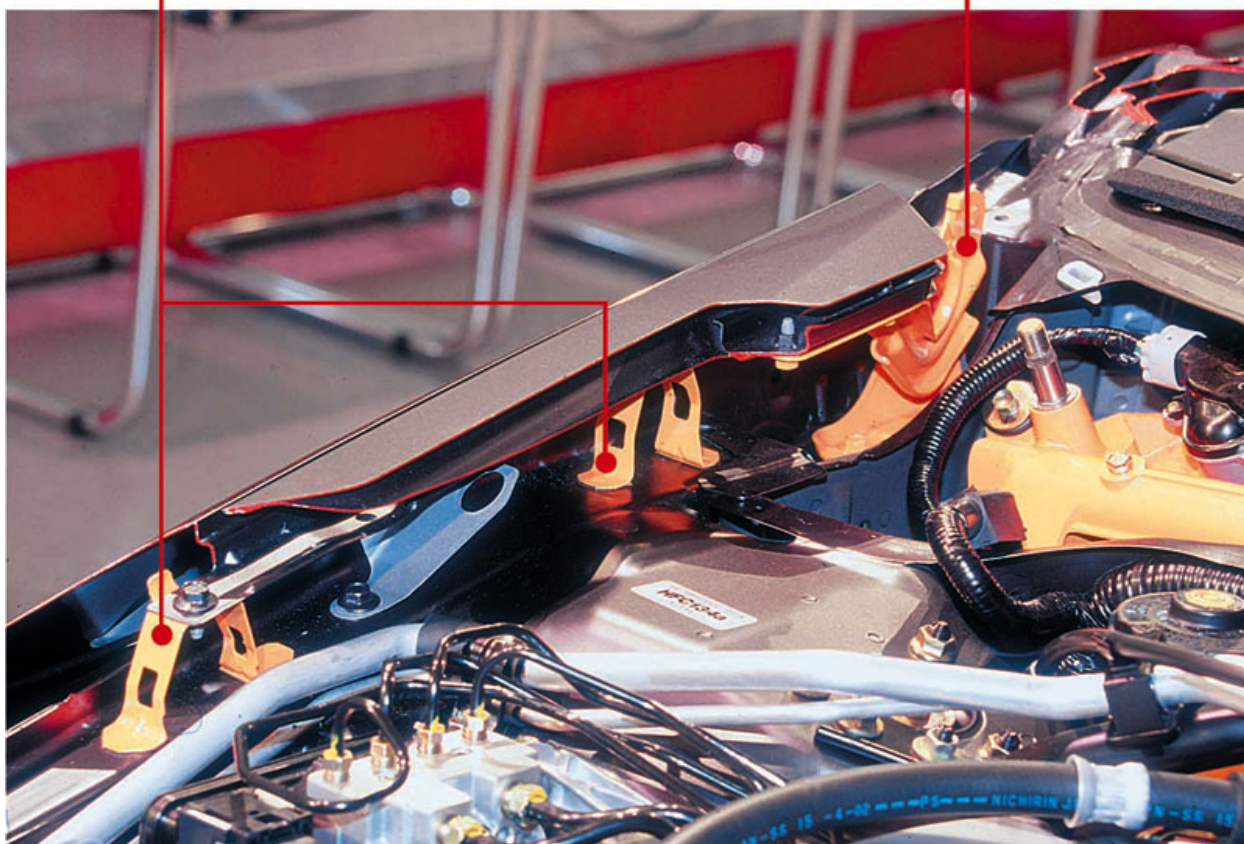
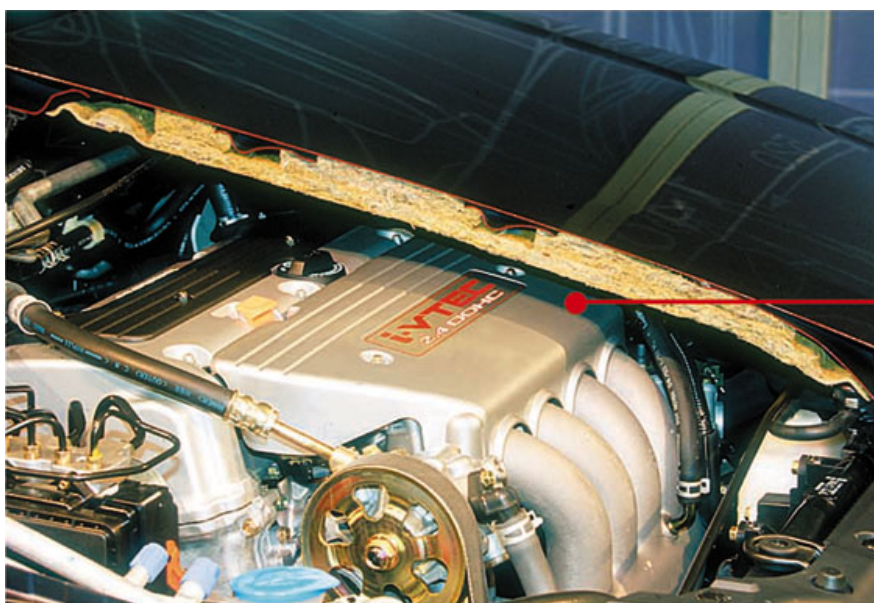


Рис. 1.7. Энергопоглощающие элементы капота автомобиля



Запас пространства от капота до двигателя

Рис. 1.8. Запрограммированная «глубина деформации» при возможных ударах головы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

Европейские автопроизводители создали Центр совместных исследований (JRC, Joint Research Centre), специалисты которого предлагают с 2005 года ввести не четыре теста, как по версии EECV, а два — одно «ножное» испытание бампера и один тип ударов «усредненной» головой (и для взрослых, и для детей). Причем даже два этих упрощенных «пешеходных» теста автопроизводители хотели бы проводить на добровольной основе.

Доводы фирмы приводят разные. Многие считают, что «мягкий» передок, который удовлетворяет требованиям EECV, при реальных наездах не принесет ожидаемого снижения смертности и травматизма — методика «обстрела» не учитывает влияния конструкции передка на тяжесть вторичных травм, которые человек получает при ударе об асфальт. Например, однообъемники с покатым «бескапотным» передком, на первый взгляд более безопасные, могут отбрасывать человека на асфальт вниз головой — с соответствующими смертельно опасными травмами шеи. Специалисты фирмы Ford утверждают, что «смягчение» передка усложняет условия работы датчиков, отвечающих за раскрытие подушек и срабатывание пиротехнических преднатяжителей ремней. А увеличенные до требуемых 5—7 см зазоры между капотом и «твердым» силовым агрегатом, необходимые для защиты пешеходов, требуют серьезного изменения в дизайне, негативно влияют на аэродинамику и увеличивают расход топлива.

Словом, за редким исключением, автопроизводители не желают немедленно вкладывать деньги в «смягчение» передков своих новых моделей. Вместо этого многие фирмы предлагают совершенствовать активную безопасность, которая поможет сократить вероятность столкновений с пешеходами, — например, оснащать автомобили системами «ночного видения», позволяющими «рассмотреть» человека даже в полной темноте. Одна из перспективных мер — это принудительное ограничение скорости в жилых районах и в зонах пешеходных переходов. На Западе такие системы уже получили название ISA, Intelligent Speed Adaptation. Сначала

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		





## **Глава 2. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ПО СНИЖЕНИЮ ТЯЖЕСТИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЕШЕХОДОВ ПРИ НАЕЗДЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

### **2.1 Подушка безопасности для пешехода**

Предлагается подушка безопасности пешехода, надувающаяся при наезде автомобиля на пешехода перед ветровым стеклом автомобиля, а в сложенном состоянии размещенная между ветровым стеклом и капотом автомобиля.

В устройстве в подушке образованы смотровые окна в виде прорезей, позволяющие водителю при раскрытии подушки видеть частично пространство перед автомобилем. Указанное устройство обеспечивает уменьшение травмоопасности автомобиля при наезде на пешехода и быстрое складывание (сдувание) подушки безопасности после ее раскрытия в случае наезда на пешехода, чем достигается улучшение обзора с места водителя дорожной обстановки, чтобы предотвратить дальнейшее развитие аварийной ситуации.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

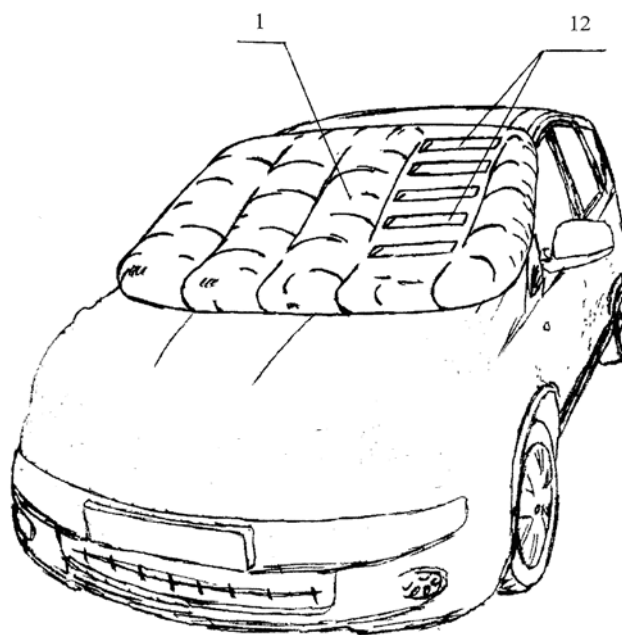


Рис. 2.1 Автомобиль с подушкой безопасности пешехода в раскрытом состоянии

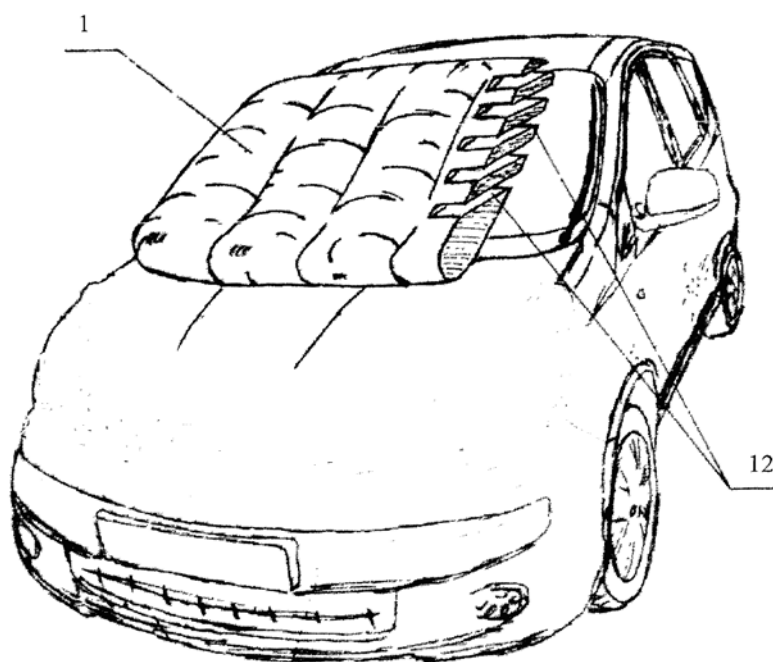


Рис. 2.2 Автомобиль с подушкой безопасности пешехода в раскрытом состоянии, в разрезе

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

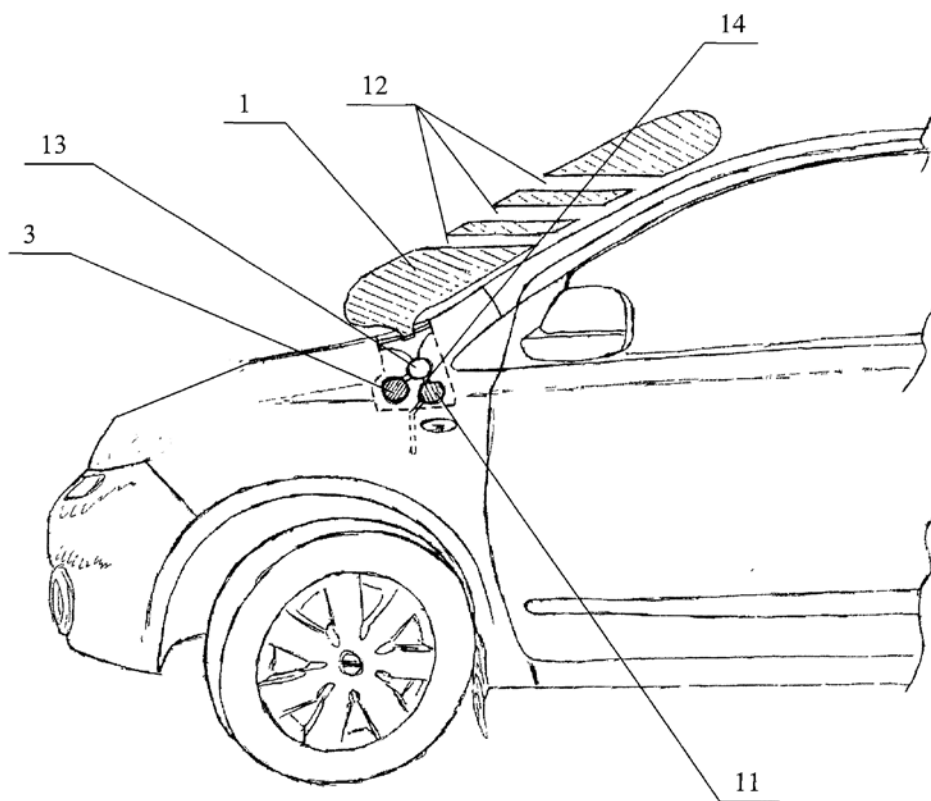


Рис. 2.3 Поперечный разрез подушки безопасности и узла отвода газов из подушки безопасности

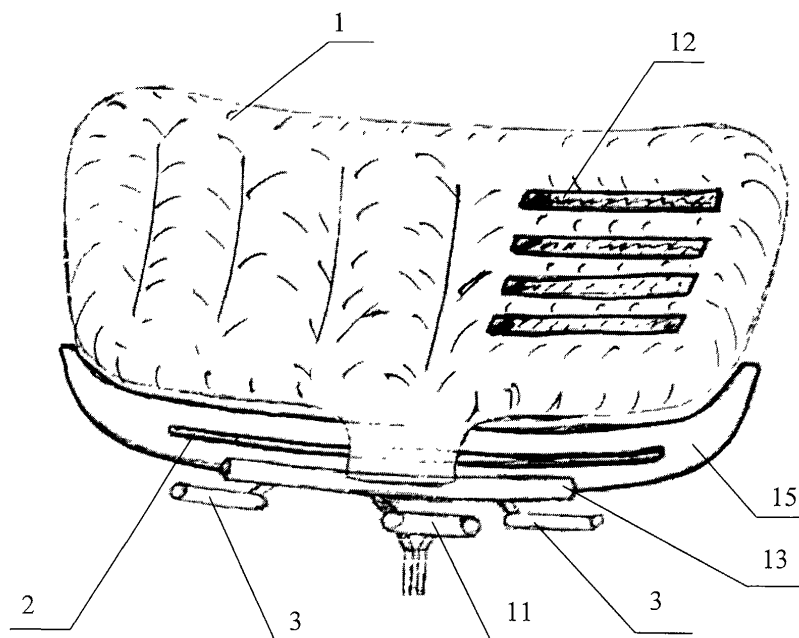


Рис. 2.4 Вид спереди подушки безопасности и узла отвода газов из подушки безопасности

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

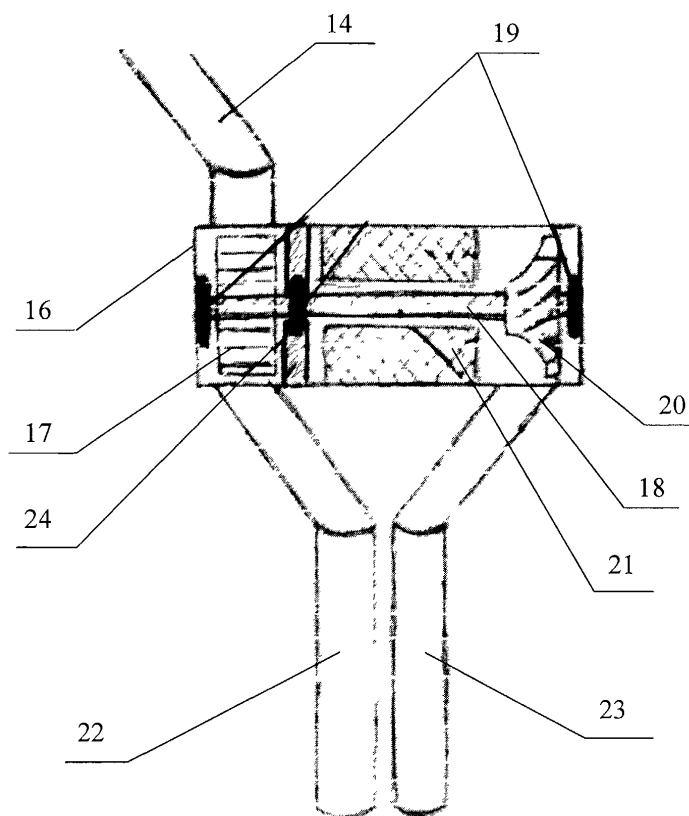


Рис. 2.5 Продольный разрез узла отвода газов из подушки безопасности

Устройство защиты пешехода при наезде на него автомобиля состоит из подушки безопасности 1 в сложенном виде размещенной под капотом автомобиля, и выходящей при ее раскрытии через прорезь 2 между капотом и ветровым стеклом автомобиля, пиропатронов раскрытия 3 при срабатывании которых происходит развертывание подушки безопасности 1 перед ветровым стеклом автомобиля, при этом щетки стеклоочистителя 4 занимают вертикальное положение, для предотвращения повреждения подушки безопасности 1 при ее раскрытии. Устройство снабжено узлом 11 для быстрой откачки газов из подушки безопасности 1.

Как показано на рис. 2.2, 2.3 и 2.4, в подушке безопасности 1 образованы смотровые окна 12 выполненные в виде прорезей, которые при раскрытии подушки безопасности 1 позволяют водителю контролировать траекторию движения автомобиля.

Как показано на рис. 2.5, узел 11 для быстрой откачки газов из подушки безопасности 1 размещен под нишей 13 со сложенной подушкой

					<i>Лист</i>
					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

безопасности 1 и соединен с ней трубкой 14 отвода пороховых газов от подушки безопасности 1.

Прорезь 2 для выхода подушки безопасности 1 при ее раскрытии образована в нижней рамке 15 ветрового стекла автомобиля. Узел 11 для быстрой откачки газов из подушки безопасности 1 выполнен в виде двухкамерного корпуса 16. Одна камера корпуса 16, соединенной с нишей 13 патрубком 14 для забора газов из подушки безопасности 1, снабжена крыльчаткой компрессора 17, откачивающей газы из подушки. В другой камере корпуса 16 соосно с крыльчаткой компрессора 17 на общем валу 18 с подшипниками 19 установлена крыльчатка турбины 20 с приводом от пиропатрона откачки 21. Камера с крыльчаткой компрессора 17 снабжена патрубком 22 отвода газов из подушки безопасности в атмосферу, а камера с крыльчаткой турбины 20 снабжена патрубком 23 отвода газов от пиропатрона откачки 21 в атмосферу. Вал 18 снабжен уплотнением 24, установленным в перегородке между камерами корпуса 16.

Устройство работает следующим образом.

При движении автомобиля блок управления 8 постоянно производит мониторинг за пространством перед автомобилем на предмет присутствия пешехода на траектории движения. Мониторинг ведется при помощи видеокамеры. Для определения расстояния до пешехода блок управления 8 использует ультразвуковые датчики 5 (радары), установленные в переднем бампере автомобиля.

Также с помощью датчика скорости 10 ведется мониторинг скорости, она должна быть не ниже 25 километров в час, при меньшей скорости срабатывание подушки безопасности пешехода нецелесообразно, ввиду незначительности травм при столь малых скоростях. Датчик удара 9 нужен для дублирования ультразвуковых датчиков 5, чтобы снизить возможность ошибки и повысить надежность устройства. При сближении с пешеходом на скорости, свыше указанной и при сокращении дистанции до 5 - 15 метров (в

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

зависимости от скорости движения), блок управления 8 подает сигнал на пиропатроны 3 раскрытия подушки безопасности 1.

Пиропатроны 3 срабатывают и наполняют подушку безопасности 1 пороховыми газами, подушка безопасности 1 выходит из под капота автомобиля через прорезь 2 на нижней рамке 15 ветрового стекла, и занимает собой пространство перед ветровым стеклом автомобиля, закрывая само стекло, стойки ветрового стекла, а также заднюю часть капота автомобиля. В самой подушке безопасности 1 предусмотрены смотровые окна 12 в виде прорезей, необходимые для наблюдения за дорожной ситуацией водителем автомобиля. Смотровые окна 12 (4-6 штук) имеют прямоугольную форму, и расположены горизонтально на стороне водителя.

Через 1-2 секунды после раскрытия подушки безопасности 1, блок управления 8 подает сигнал на узел 11 быстрой откачки газов из подушки 1 для ее складывания, при этом подушка безопасности 1 убирается к нижней части ветрового стекла, это необходимо для восстановления полного обзора дорожной обстановки водителем автомобиля, что снижает риск развития аварийной ситуации.

Узел 11 быстрой откачки газов из подушки 1 работает по принципу турбины, устанавливаемой на двигатель для нагнетания воздуха в цилиндры. Здесь происходит процесс откачки газов из подушки безопасности пешехода. Узел 11 имеет корпус 16, разделенный перегородкой на две камеры. В одной камере находится крыльчатка турбины 20 (ведущая крыльчатка) и пиропатрон откачки 21, в другой камере, отделенной от первой перегородкой с уплотнением 24, установлена крыльчатка компрессора 17 (ведомая), отбирающая газы через патрубок 14 из подушки 1 и отводящая их в атмосферу через патрубок 22. Обе крыльчатки жестко соединены с валом 18. Пиропатрон откачки 21 срабатывая, раскручивает крыльчатку турбины 20, а вместе с ней через вал 18 и ведомую крыльчатку компрессора 17, таким образом, происходит быстрая откачка газов из подушки безопасности

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



пешехода. Газы от пиропатрона откачки 21 после турбины 20 отводятся в атмосферу через патрубок 23.

## 2.2 Травмобезопасные крылья кузова

Крылья предлагается крепить к брызговикам моторного отсека не напрямую, а через специальные деформируемые стойки.

Стенки 76 единичных ячеек 72, образующих сотовую конструкцию устройства 70 поглощения энергии, проходят горизонтально между горизонтальной соединительной стенкой 50 переднего крыла 16 и горизонтальной частью 38 перрона 30. Подходящие крепежные детали, такие как гайки и болты, адгезив или их комбинации могут быть использованы для неподвижного крепления и соединения устройства 70 поглощения энергии с горизонтальной соединительной стенкой 50 переднего крыла 16 и горизонтальной частью 38 перрона 30.

Каждая элементарная ячейка 72 может принимать любое количество форм по отношению к конструктивным соображениям, таким как пиковое усилие до начала деформации, а также количество поглощения энергии во время деформации и расстояние хода. Элементные элементы 72 могут быть выполнены из металла или пластика. Элементарная ячейка 72 может принимать другие формы, в дополнение к шестиугольнику, такие как, например, прямоугольные, многоугольные, круглые, овальные и т.д.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

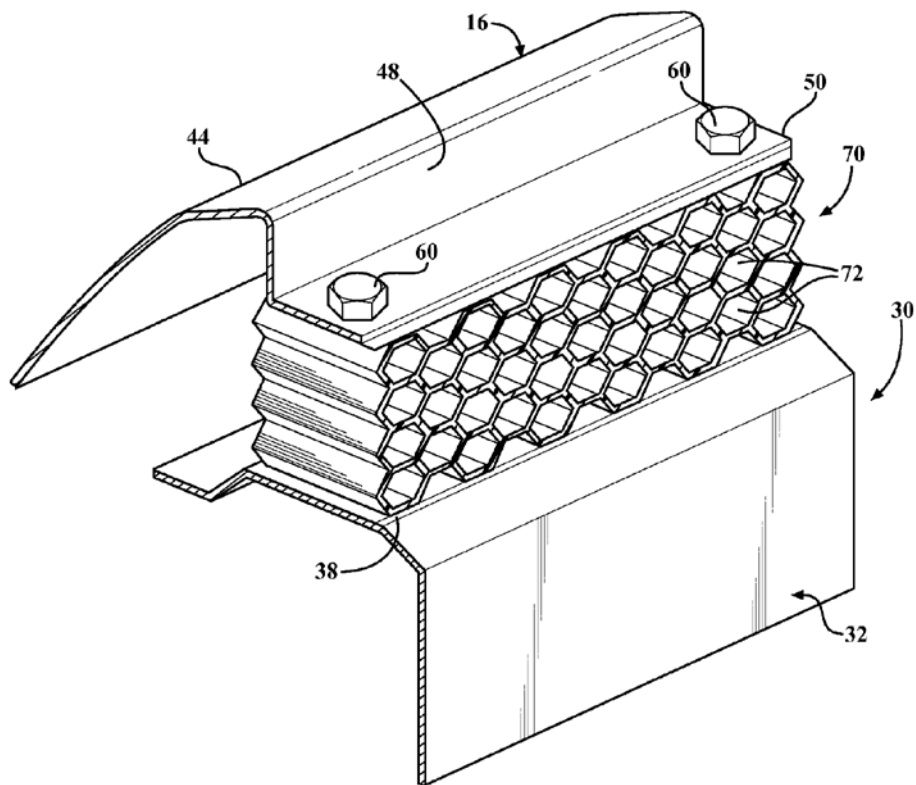


Рис. 2.6 Поперечное сечение, показывающее устройство поглощения энергии крыла транспортного средства

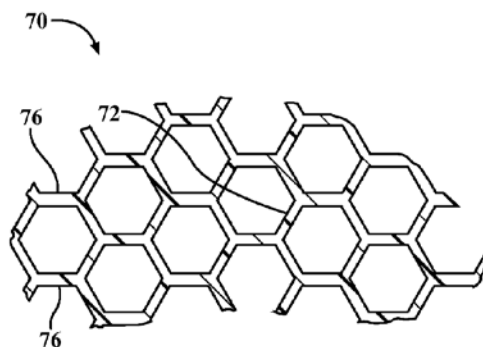


Рис. 2.7 Вид в поперечном разрезе структуры поглощения энергии

### 2.3 Травмобезопасный бампер

Устройство 10 установлено на балке бампера 13 транспортного средства 11.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Устройство включает заднюю пластину 12, которая прикреплена к бамперу балки 13. Множество качелей 14 прикреплены к передней стороне поверхности пластины 12 горизонтальными рядами. Панель 16 выполнена из относительно тонкой, из легко деформируемого пластмассового материала (рис. 2.8).

Каждый элемент качелей 14 прикреплен к задней пластине 12 в точке поворота 18 и состоит из первого 20 и второго рычагов 22, выступающих в боковом направлении наружу от опорной точки 18 и вперед от задней панели 12 (рис. 2.9). Рычаги 20, 22 оканчиваются контактными площадками 20а, 22а параллельно внутренней поверхности лицевой панели 16. Элементы 14 расположены на задней панели 12 в двух или более общем горизонтальных строк и элементов в соседних рядах расположены в шахматном порядке друг от друга в боковом или горизонтальном направлении (рис. 2.10).

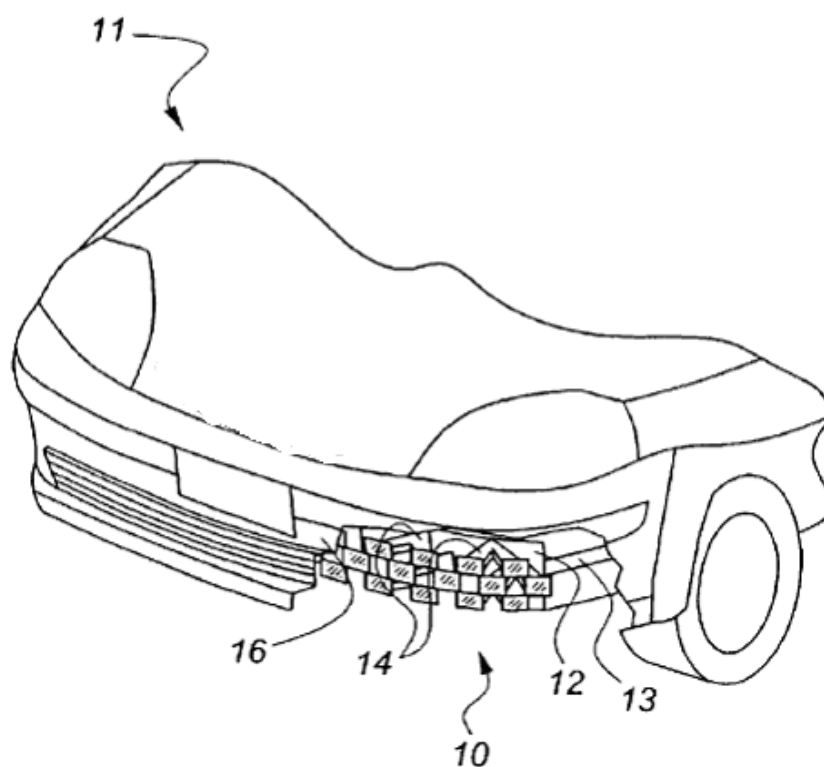


Рис. 2.8 Передняя часть автомобиля с энергопоглощающим устройством

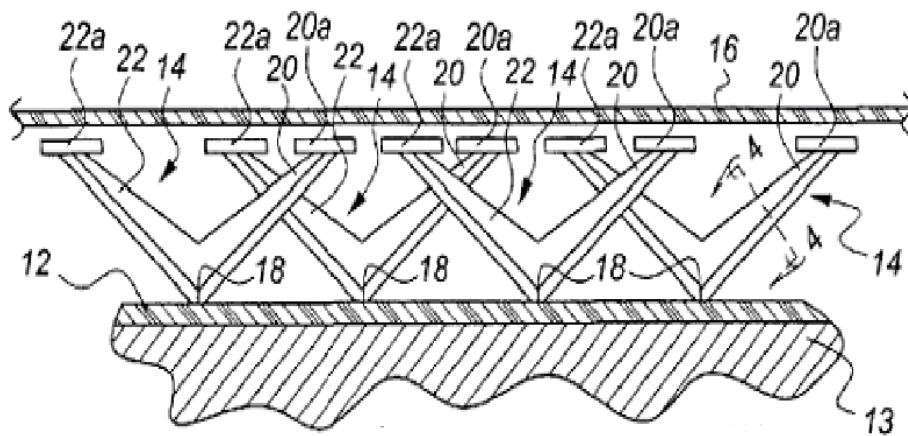


Рис. 2.9 Вид сверху устройства

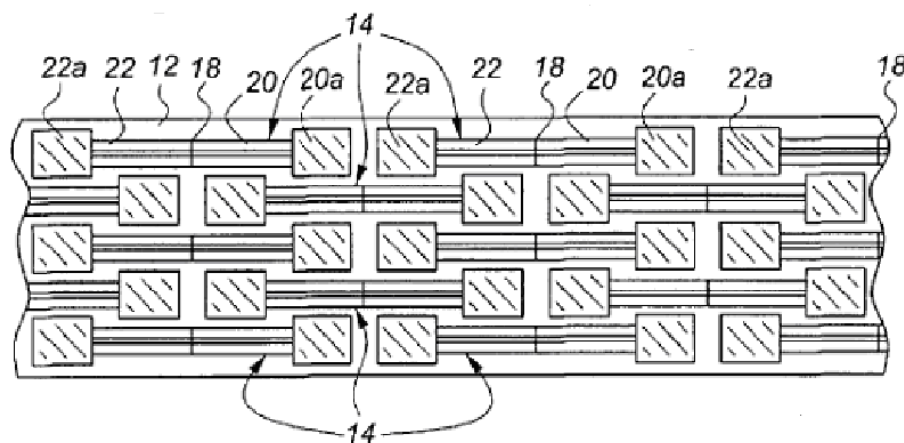


Рис. 2.10 Вид устройства сбоку

Как видно на рис. 2.11, каждый рычаг из качелей элемента 14 имеет Т-образное поперечное сечение, содержащее фланец 24 и 26. Все элементы 14 имеют одинаковые физические свойства, а может быть различной геометрией для получения желаемой степени и скорости поглощения энергии.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

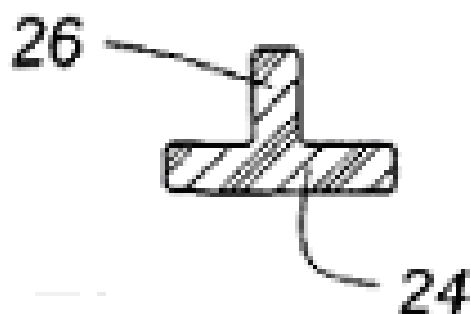


Рис. 2.11 Поперечный разрез элемента качения

Рис. 2.12 и 2.13 изображают реакцию устройства поглощения энергии на столкновение с ногой пешехода 28. На большинстве легковых автомобилей бампер на такой высоте, что при столкновении с пешеходом автомобиль делает первоначальный контакт с одной или обоими ногами пешехода.

Когда происходит столкновение, то нога 28 нажимает на контактные площадки 20а, 22а, в результате чего элементы качелей вращаются вокруг своих соответствующих точек поворота 18.

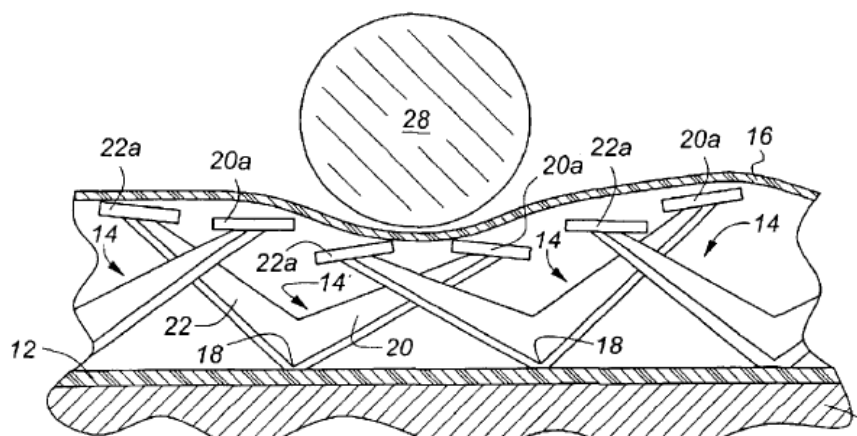


Рис. 2.12 Вид сверху устройства в момент удара в ноги пешехода

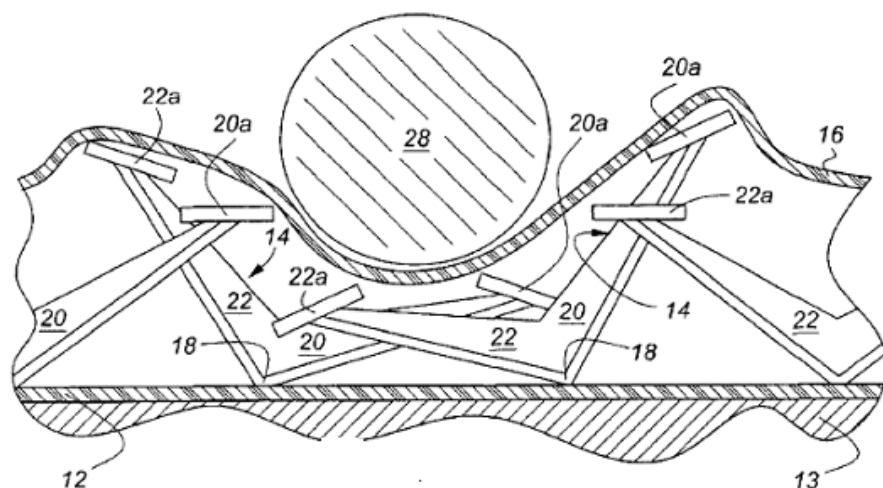


Рис. 2.13 Вид сверху устройства после удара ноги пешехода

Рис. 2.14 и 2.15 изображают реакцию устройства поглощения при столкновении с объектом 30, который значительно шире человеческой ноги 28, например, другое транспортное средство или стационарный барьер. Как видно на рис. 2.16, при сильном ударе элементы 14 полностью разрушаются.

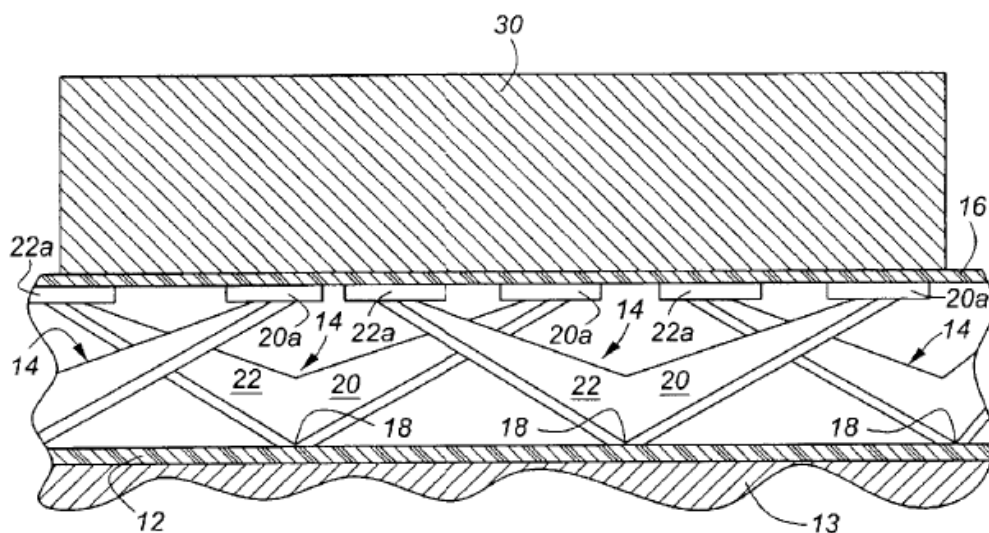


Рис. 2.14 Вид устройства сверху в момент удара широкого объекта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

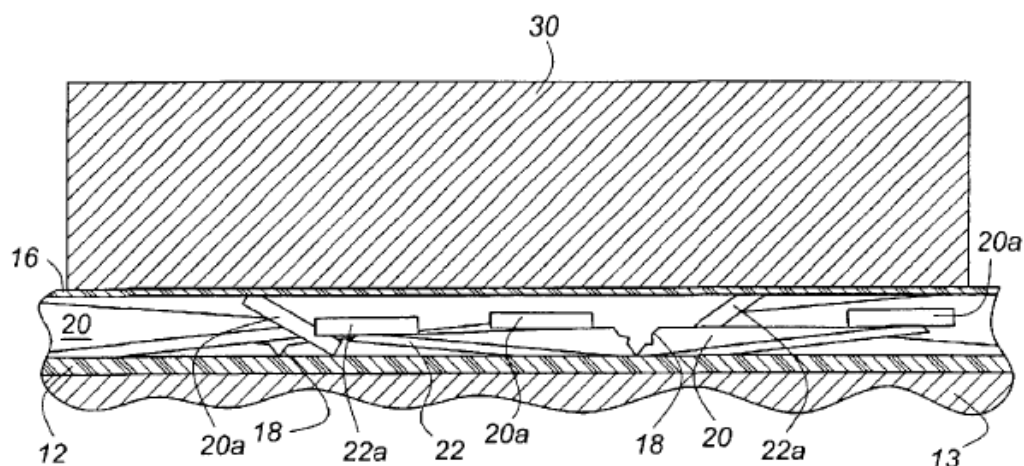


Рис. 2.15 Вид устройства сверху после удара широкого объекта

Как показано на рис. 2.16, элементы 14 могут быть помещены в матрицу 32 из пенопласта или другого деформируемого материала. Матрица 32 увеличивает количество энергии, поглощенной во время столкновения.

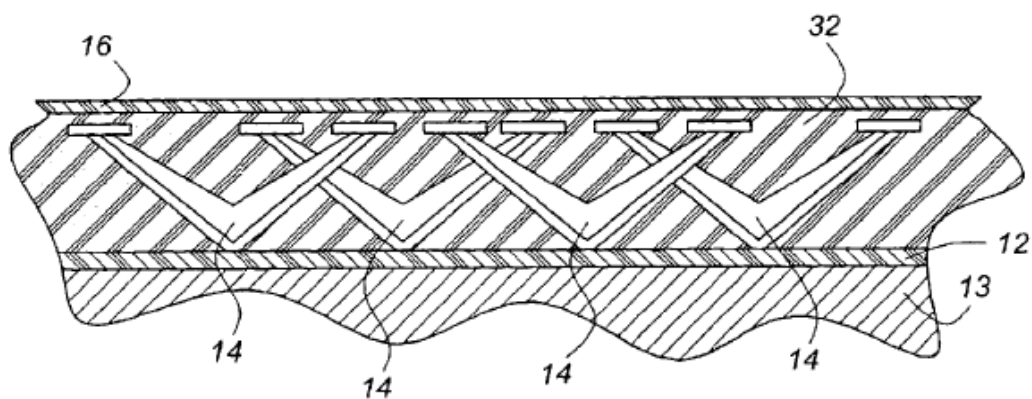


Рис. 2.16 Вид сверху устройства с расположенным внутри материалом, поглощающим энергию удара

## 2.4 Травмобезопасный капот

Конструкция капота транспортного средства включает в себя внешнюю панель капота и внутреннюю панель капота, в которой внутренняя панель капота выполнена из смолы, расположена у нижней стороны капота наружной панели капота, присоединена к внешней панели капота и включает в себя множественные ребра и ослабленную часть. Множественные ребра

					Лист
<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	



выступают из общей части к стороне внешней панели капота и проходят вдоль общей поверхности, и установлены с интервалами либо в направлении ширины капота, либо в направлении спереди и сзади капота, а ослабленная часть сформирована на ребрах и продолжается вдоль направления продолжения ребер.

На рис. 2.17 показан вид, иллюстрирующий внутреннюю панель 16 капота, которая формирует внутреннюю панель капота 12, наложенную на конструкцию капота транспортного средства, в которой внешний профиль внешней панели капота 14, конфигурирующий внешнюю панель капота 12 иллюстрируется прерывистой линией с двумя точками. Колпак 12 конфигурирует открывающее и закрывающее тело, которое закрывает камеру 10А силового агрегата передней секции 10 автомобиля (автомобиля) с верхней стороны, так что камера 10А силового агрегата может открываться и закрываться. Жесткий компонент 18, такой как силовой блок, установлен внутри камеры 10А силового блока. Камера 10А блока питания также упоминается как моторный отсек, когда силовой агрегат является двигателем. Шарниры (не показаны на чертежах) установлены с обеих сторон задней части капота 12, так что капот 12 способен вращаться вокруг шарниров вокруг оси вдоль направления ширины капота. Наружная панель 14 капота, иллюстрируемая прерывистой линией с двумя точками выполнена из металла (например, алюминиевого сплава) и проходит вдоль переднего и заднего направлений транспортного средства в закрытом состоянии колпака 12. Наружная панель 14 капота выполнена из прямоугольной пластины и слегка изогнута, чтобы выпирать к верхней стороне капота, если смотреть со стороны капота. Внутренняя панель 16 капота выполнена из армированного волокном пластика (например, из армированного углеродным волокном пластмассы), расположена у нижней стороны капота наружной панели 14 капота и выполнена с внешним профилем таким же, как у внешней панели 14 капота.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Пластиковый материал, армированный волокнами, который формирует внутреннюю панель 16 колпака, представляет собой композиционный материал, образованный путем установки волокон (армирующих волокон) в смоле. Армированные волокном материалы более легкие, чем металлические материалы, обладают высокой удельной жесткостью и высокой удельной прочностью. Несмотря на высокую жесткость и низкую прочность, являющиеся физическими свойствами, требуемыми с точки зрения эффективности поглощения энергии при столкновении (чтобы выдерживать ударную нагрузку в течение длительного времени, получая удар), можно сказать, что волокнистые пластиковые материалы обладают низкими физическими свойствами. Внешняя периферийная краевая часть внутренней панели 16 капота и внешняя периферийная краевая часть внешней панели 14 капота соединены вместе посредством подшивки. Наружная панель 14 капота и внутренняя панель 16 капота соответственно образуют замкнутую структуру поперечного сечения. Как показано на рис. 2.18, зазор образован в направлении вверх-вниз капота между наружной панелью 14 капота и внутренней панелью капота 16. Центроид поперечного сечения колпака 12 обозначен  $Z$ , а центральная линия, проходящая через центроид  $Z$ , чтобы указать центральное положение в направлении вверх-вниз вытяжки, обозначается  $CL$ . Внутренняя панель 16 капота включает в себя общий участок 20, в котором общая поверхность 20А, которая обращена к внешней панели 14 капота, представляет собой верхнюю боковую сторону капота. Внутренняя панель 16 капота образована с множеством ребер 22, которые выступают из общей части 20 по направлению к наружной панели 14 капота и проходят вдоль общей поверхности 20А в направлении вперед-назад капота. Множественные ребра 22 устанавливаются бок о бок с интервалами поперек направления ширины капота. Толщина пластины ребер 22, например, установлена тоньше, чем толщина пластины общей части 20. Направляющие концевые участки 22Т направления ребер 22 направления выступов выполнены с изогнутыми

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

поверхностями, образующими полукруглые выступы, имеющие диаметр пластины Толщина ребер 22. Изогнутые участки, образованные между боковыми поверхностями 22А ребер 22 и общей поверхностью 20А, предпочтительно устанавливаются с очень плотным радиусом кривизны.

Как показано на рис. 2.19, удлиненные отверстия 24, служащие в виде ослабленных участков щелевой формы, проходящих вдоль направления продолжения ребер 22 (направление стрелки X) являются сформированными, проникая в ребра 22. Множество удлиненных отверстий 24 устанавливаются поперек всего направления продолжения ребер 22 (направление стрелки X). Более конкретно, множество удлиненных отверстий 24 устанавливаются с интервалом в направлении проецирования ребер 22 (направление стрелки Y), и множество удлиненных отверстий 24 устанавливаются с интервалами в удлинении Направление ребер 22 (направление стрелки X). Интервалы между множественными удлиненными отверстиями 24, которые образуют ряды вдоль направления продолжения ребер 22 (направление стрелки X), установлены таким образом, что интервал L1 между верхними боковыми удлиненными отверстиями 24U, служащими в качестве ослабленных верхней частью участков, установленных относительно верхней части кожуха. Менее интервала L2 между нижними боковыми удлиненными отверстиями 24D, служащими в качестве ослабленных участков нижней стороны, установленных относительно нижней стороны капота. Длина направления удлинения (ширина раскрытия) каждого из удлиненных отверстий 24U верхней стороны установлена достаточно длиннее интервала L1 между верхними боковыми удлиненными отверстиями 24U и длиной направления продолжения (ширины отверстия) каждого из нижних боковых удлиненных отверстий 24D также устанавливается достаточно большим, чем интервал L2 между нижними боковыми удлиненными отверстиями 24D. Верхние боковые удлиненные отверстия 24U расположены с равномерными интервалами в направлении продолжения ребер 22 (направление стрелки X), а нижние боковые удлиненные отверстия 24D также расположены с равномерными

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

интервалами В направлении растяжения ребер 22 (направление стрелки X). В настоящем примерном варианте осуществления удлиненные отверстия 24 образованы посредством последующей обработки после формирования ребер 22.

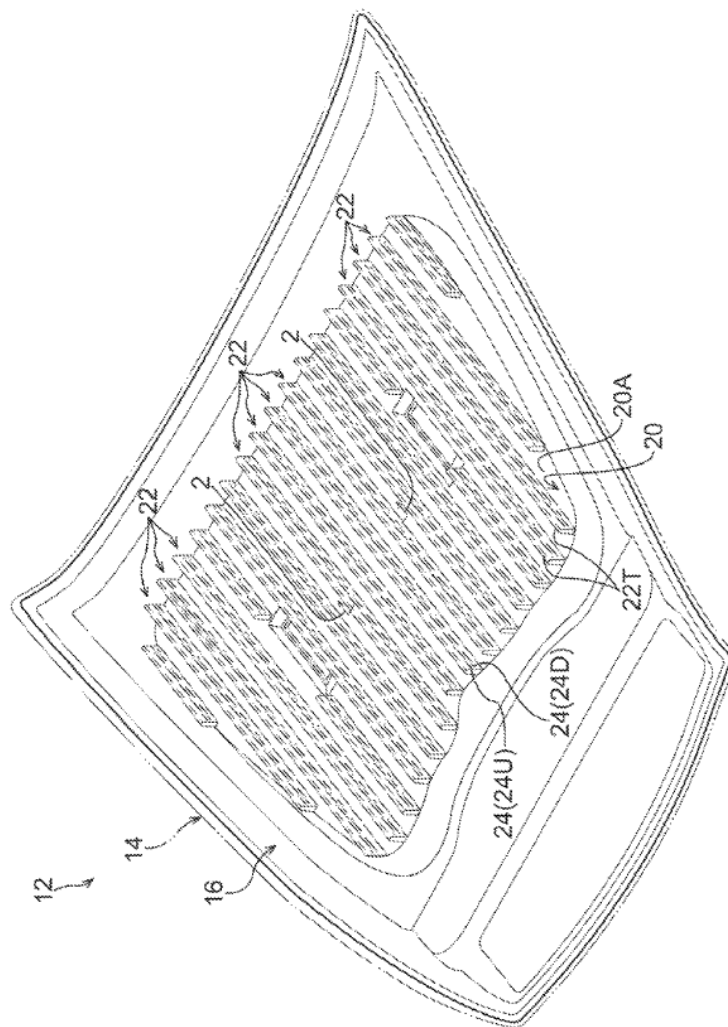


Рис. 2.17 Внутренняя панель капота

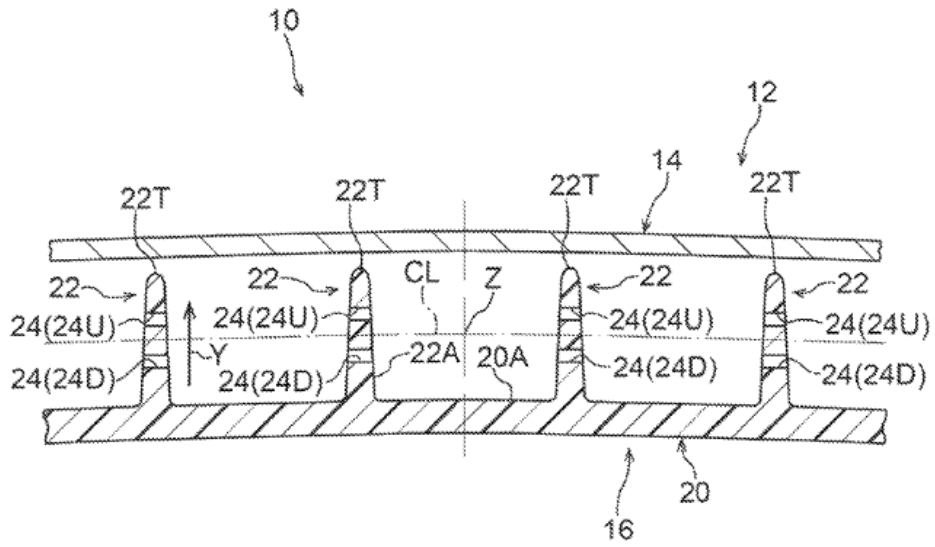


Рис. 2.18 Увеличенное поперечное сечение устройства поглощения энергии

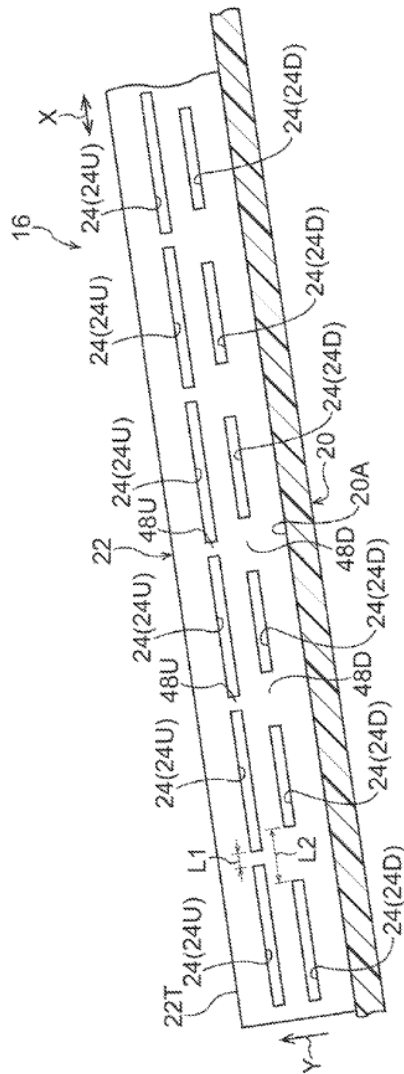
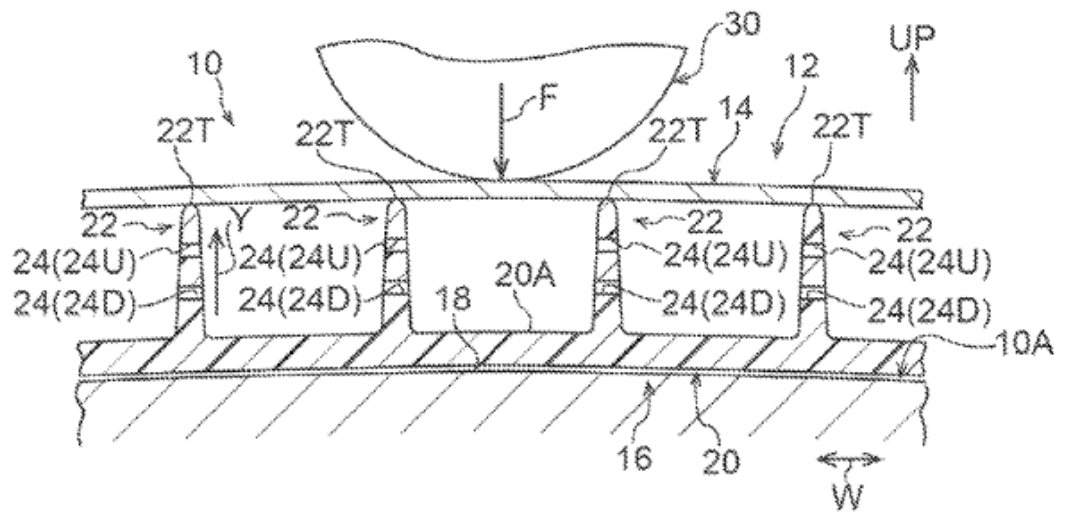
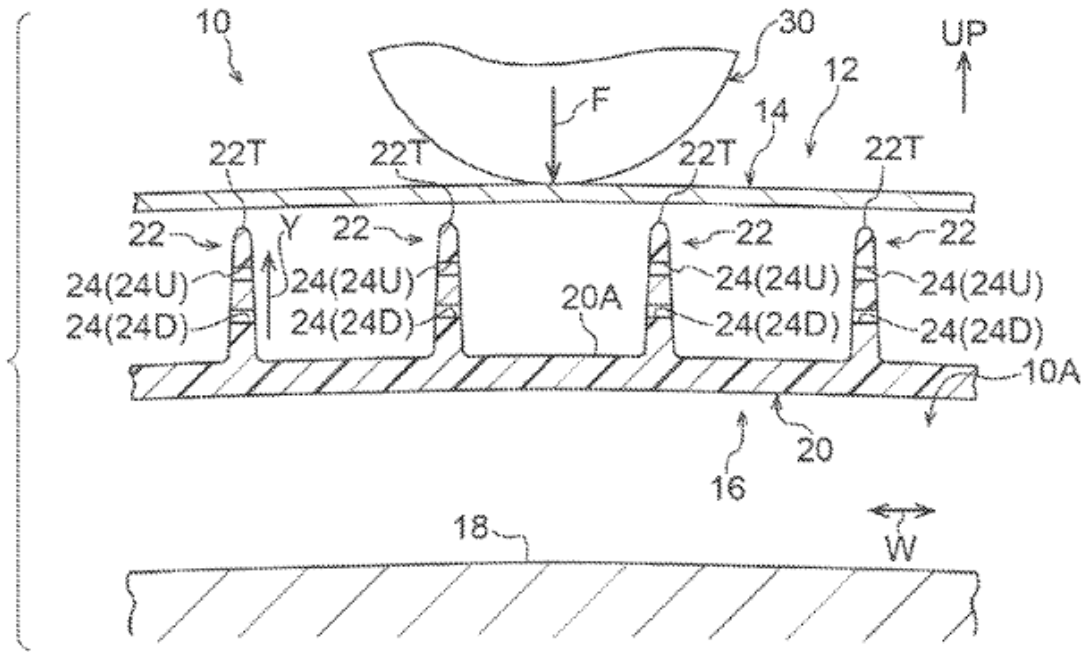


Рис. 2.19 Боковое поперечное сечение устройства поглощения энергии

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

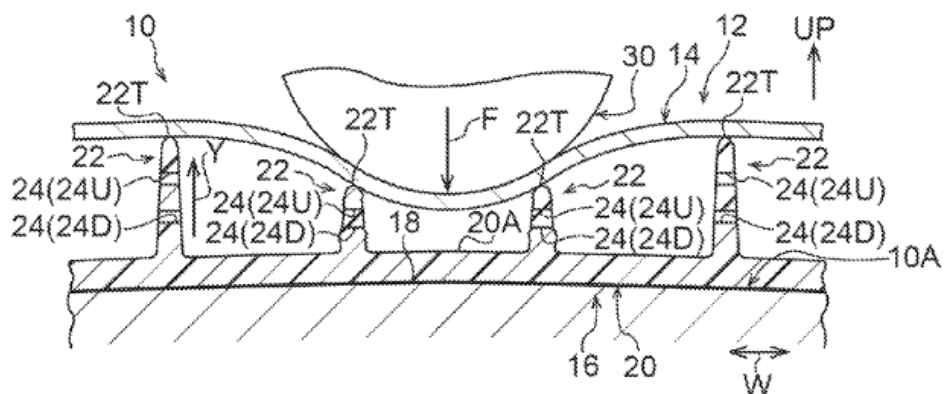


Рис. 2.20 Схема работы устройства поглощения энергии:

а) момент времени столкновения тела в капотом; б) сталкивающееся тело столкнулось с капотом; в) вертикальное поперечное сечение, схематически иллюстрирующее деформацию ребра, когда сталкиваемое тело столкнулось с капотом

Таким образом, конструкция капота транспортного средства способна повысить эффективность поглощения энергии при столкновении, при этом достигается облегчение конструкции.

## 2.5 Устройство распознавания наезда транспортного средства на пешехода для активизации подушки безопасности

Предлагается устройство обнаружения, которое содержит датчик удара. После обнаружения удара срабатывает подушка безопасности для пешехода.

Отличительной особенностью конструкции является установка всего одного датчика удара – датчика давления.

Конструкция бампера транспортного средства включает в себя каркас бампера, датчик обнаружения столкновения пешеходов с датчиком давления и абсорбер, удерживающий напорную трубку.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



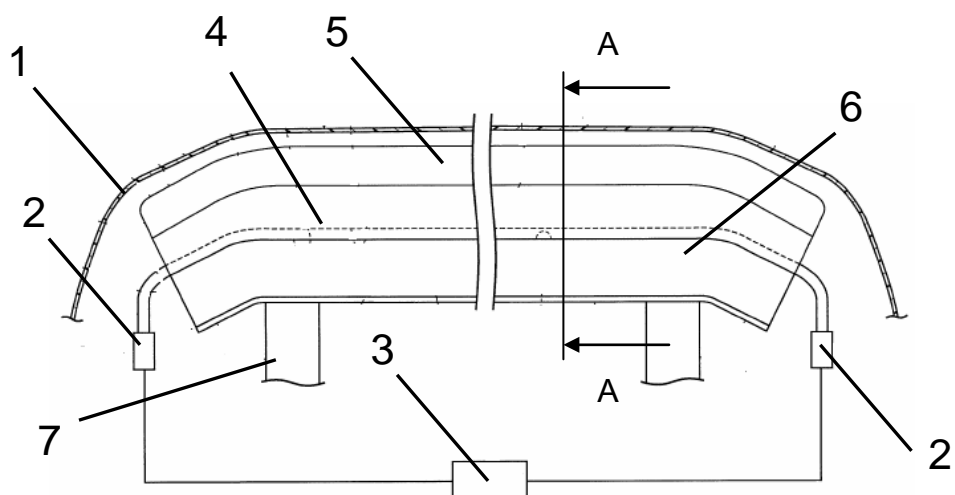


Рис. 2.24 Схематический вид с частичным вырезом переднего бампера

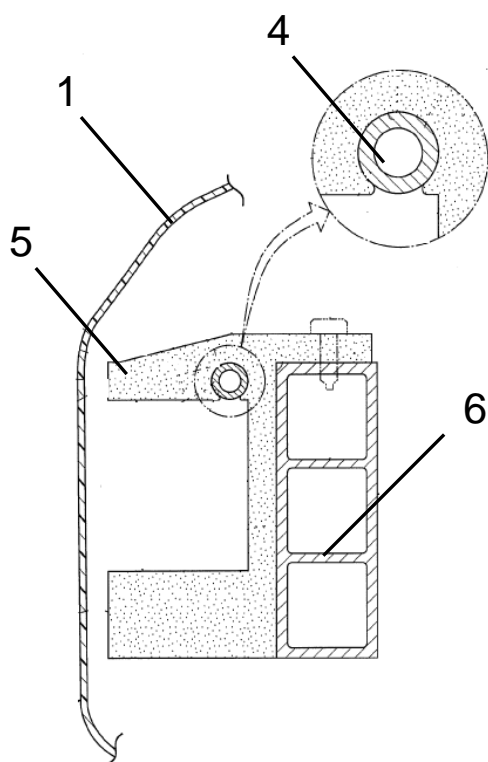


Рис. 2.25 Вид в поперечном сечении датчика давления и абсорбера: 1 – верхняя оболочка бампера, 2 – датчик давления, 3 – электронный блок управления, 4 – резиновая трубка, 5 – поглотитель энергии, 6 – поперечный брус, 7 – лонжерон

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-23.03.01-120544-17**

Лист

Предлагаемое устройство содержит датчики давления, выполненные в виде резиновой трубки, наполненной воздухом и поглотитель энергии удара, передающего также давление от удара ноги пешехода на датчик давления.

## 2.6 Выводы по главе

В выпускной квалификационной работе разработаны устройства по снижению тяжести повреждений пешеходов при наезде транспортного средства категории М1:

- подушка безопасности для пешехода со смотровыми окнами в виде прорезей, позволяющие водителю при раскрытии подушки видеть частично пространство перед автомобилем, позволяющая уменьшить травмоопасности автомобиля при наезде на пешехода и быстрое складывание (сдувание) подушки безопасности после ее раскрытия в случае наезда на пешехода, чем достигается улучшение обзора с места водителя дорожной обстановки, чтобы предотвратить дальнейшее развитие аварийной ситуации;

- травмобезопасный бампер с элементами качания, позволяющий снизить травмы ног пешехода;

- устройство снижения вероятности повреждения пешехода при столкновении с транспортным средством при падении пешехода на капот включающее конструкцию энергопоглощающего элемента капота;

- устройство снижения вероятности повреждения пешехода при столкновении с транспортным средством при падении пешехода на крыло включающее устройство энергопоглощения;

- устройство обнаружения объекта, которое содержит пневматический датчик удара. Устройство позволит обнаружить информацию о столкновении с пешеходом.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является анализ современных конструкций и разработка конструктивных решений, направленных на повышение внешней пассивной безопасности легкового автомобиля LADA.

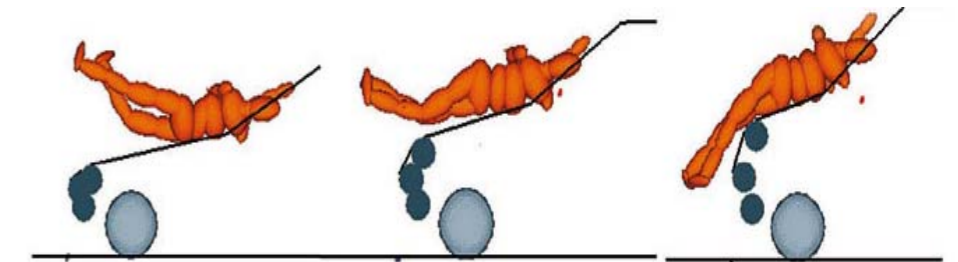
Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: разработать подушку безопасности для пешехода, амортизирующий бампер, травмобезопасный капот и крылья, устройство распознавания момента столкновения с пешеходом.

Результатом выпускной квалификационной работы являются предлагаемые устройства: подушка безопасности для пешехода со смотровыми окнами в виде прорезей, позволяющие водителю при раскрытии подушки видеть частично пространство перед автомобилем, позволяющая уменьшить травмоопасности автомобиля при наезде на пешехода и быстрое складывание (сдувание) подушки безопасности после ее раскрытия в случае наезда на пешехода, чем достигается улучшение обзора с места водителя дорожной обстановки, чтобы предотвратить дальнейшее развитие аварийной ситуации; травмобезопасный бампер с элементами качания, позволяющий снизить травмы ног пешехода; устройство снижения вероятности повреждения пешехода при столкновении с транспортным средством при падении пешехода на капот включающее разработанные энергопоглощающий капот; устройство обнаружения объекта, которое содержит пневматический датчик удара. Устройство позволит получить информацию о столкновении с пешеходом.

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



# Схема наезда на пешехода



Результаты компьютерного моделирования контакта пешехода с передней частью легкового автомобиля

Схема наезда автомобиля на пешехода

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>							
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема наезда на пешехода			Литер	Лист	Листов		
Зав.каф.	Ильина И.Е.							В	К	Р	1	7
Руковод.	Францев С.М.											
Консульт.	Францев С.М.											
Консульт.												
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС каф.ОБД; группа ТТП-51з							
Студент	Остриков А.О.											



# Способы снижения тяжести последствий для пешехода при ДТП

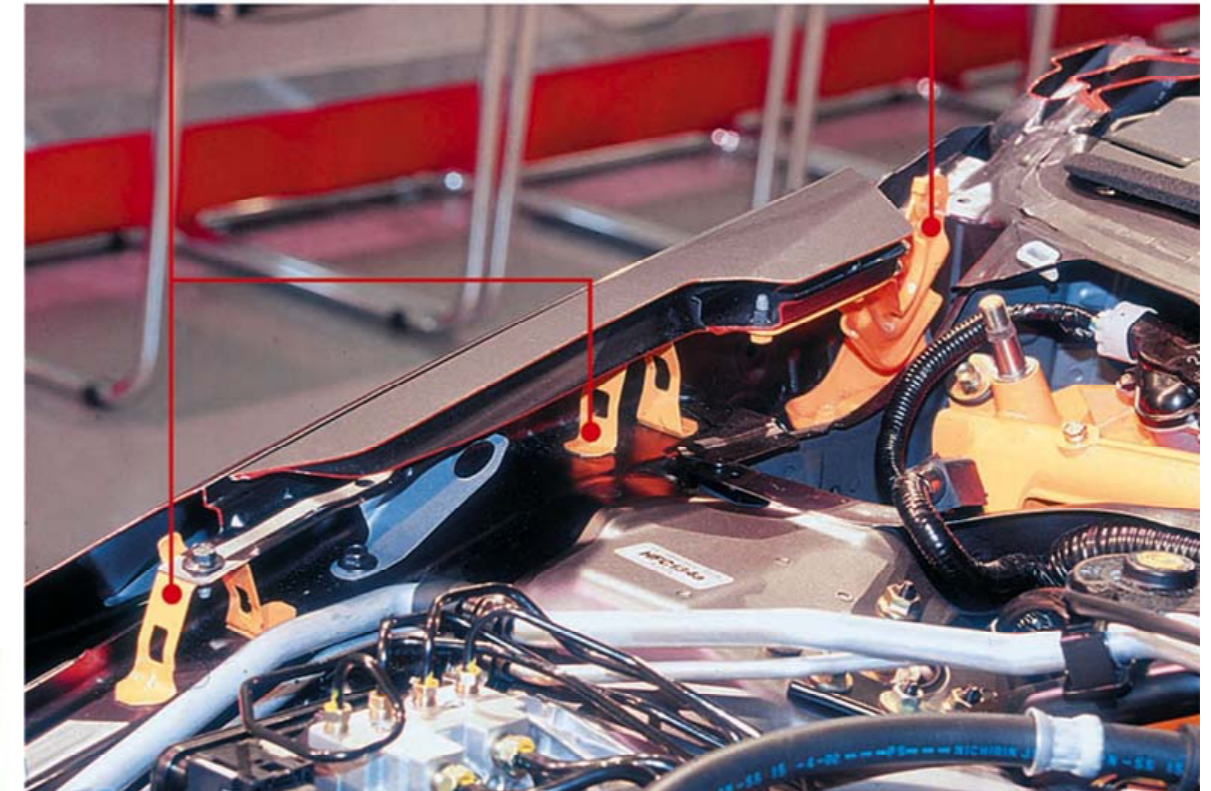


«Мягкая» передняя кромка капота

Поперечный брус утоплен в глубь передка



Запас пространства от капота до двигателя



Крылья смонтированы на деформирующихся кронштейнах

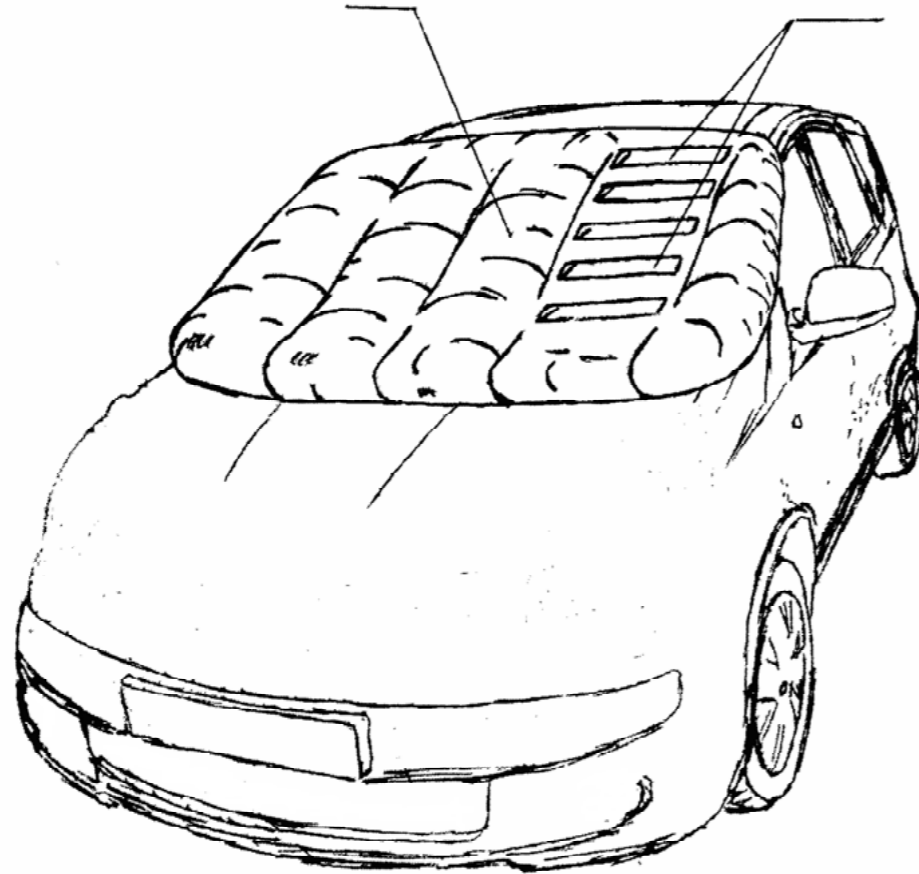
Энергопоглощающие петли капота

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>					
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Способы снижения тяжести последствий для пешехода при ДТП	Литер	Лист	Листов		
Зав.каф.	Ильина И.Е.								В	К
Руковод.	Францев С.М.									
Консульт.	Францев С.М.									
Консульт.										
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС					
Студент	Остриков А.О.				каф.ОБД; группа ТТП-51з					

# Подушка безопасности для пешехода

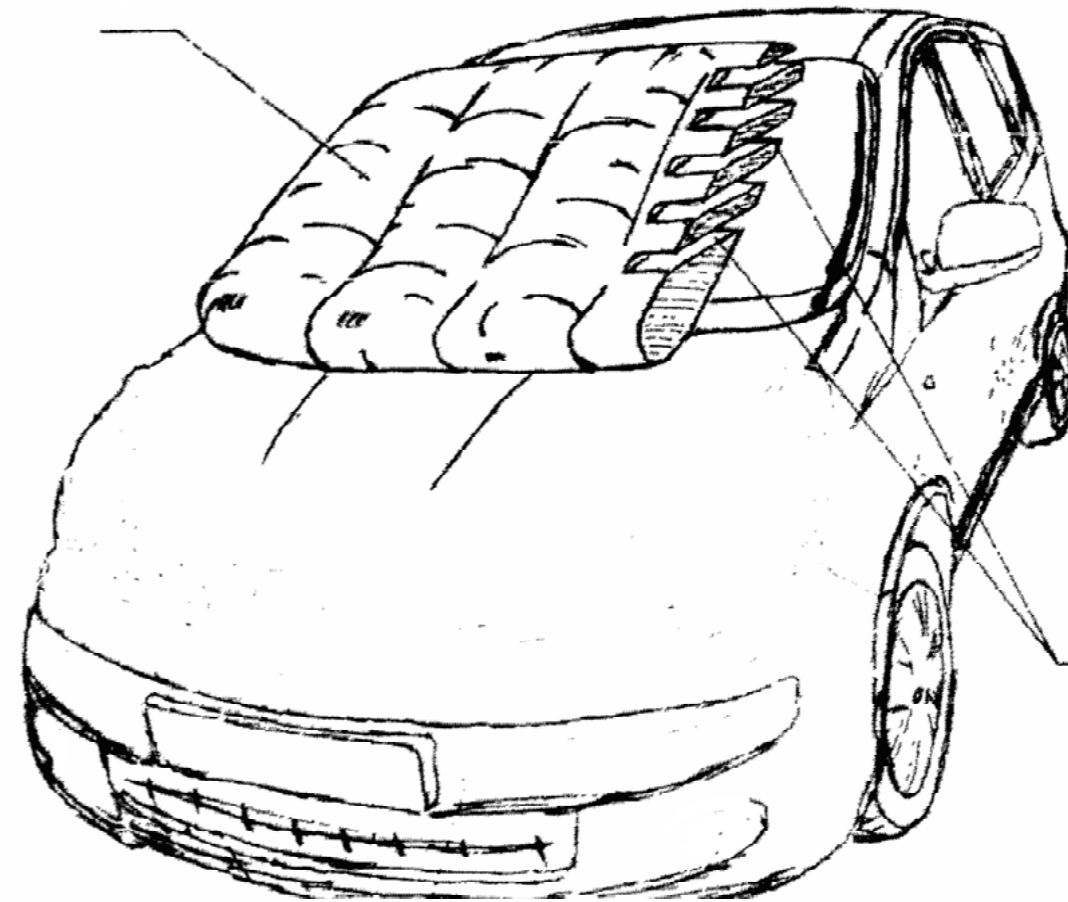
Подушка безопасности

Смотровые окна



Подушка безопасности

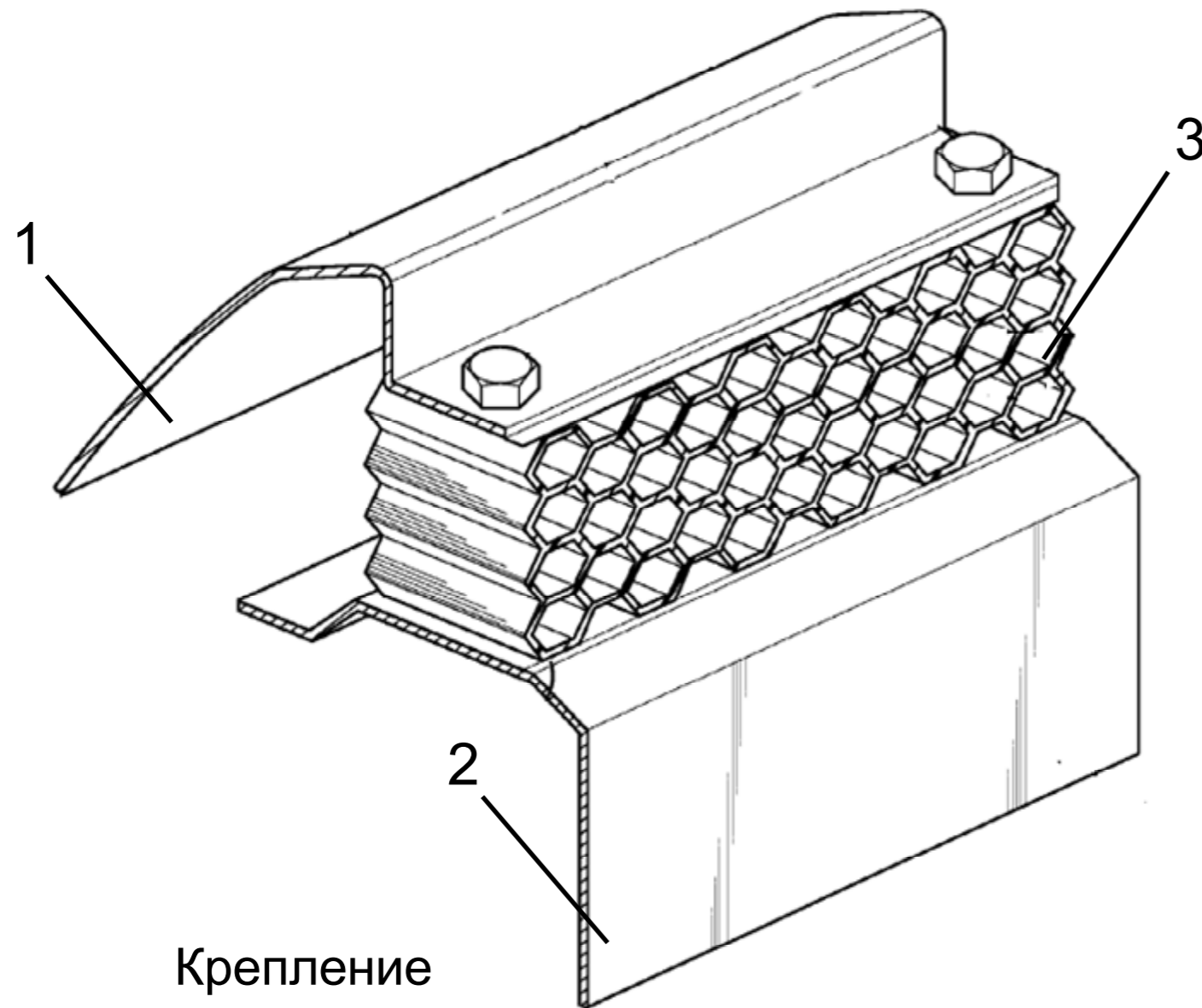
Смотровые окна



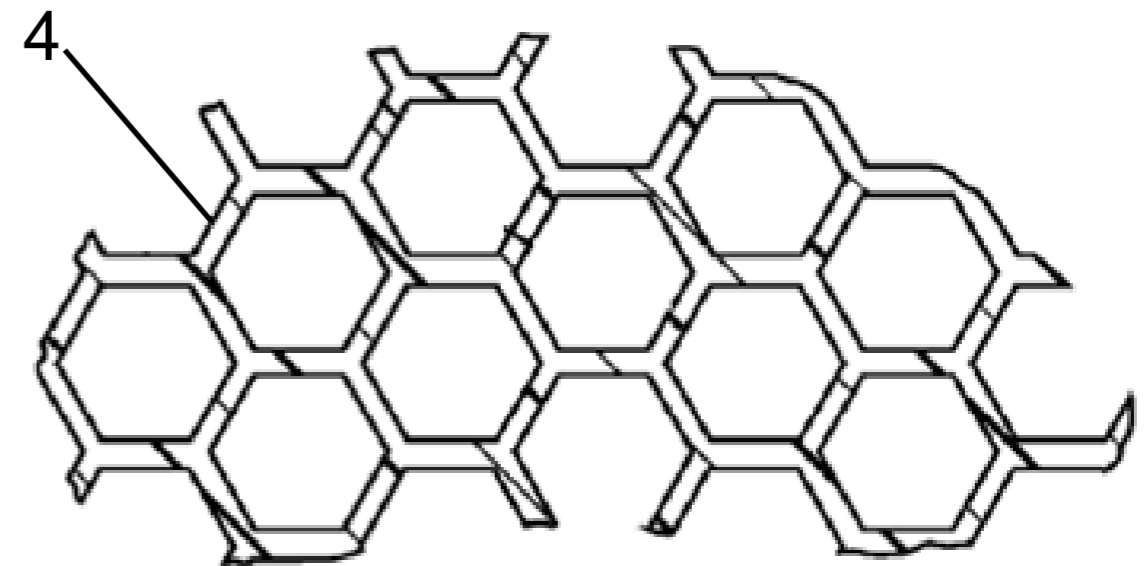
					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>			
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подушка безопасности для пешехода	Литер	Лист	Листов
Зав.каф.	Ильина И.Е.					В К Р	3	7
Руковод.	Францев С.М.							
Консульт.	Францев С.М.							
Консульт.								
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС каф.ОБД; группа ТТП-51з			
Студент	Остриков А.О.							



# Травмобезопасное крепление крыльев кузова



Крепление крыла к кузову



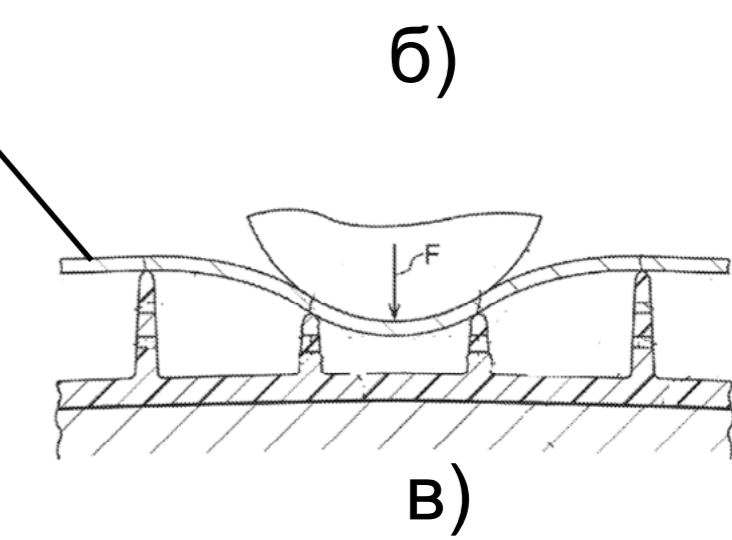
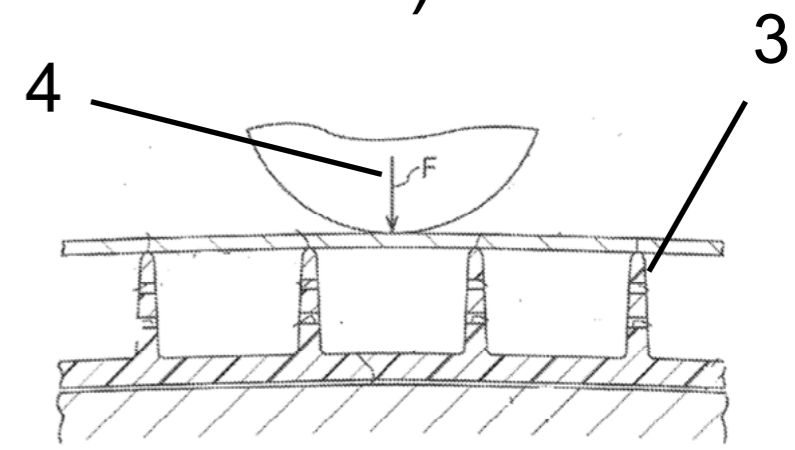
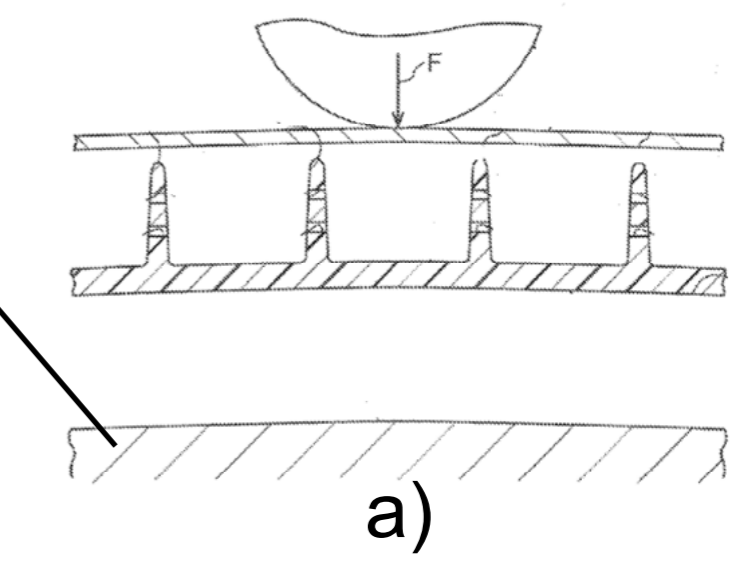
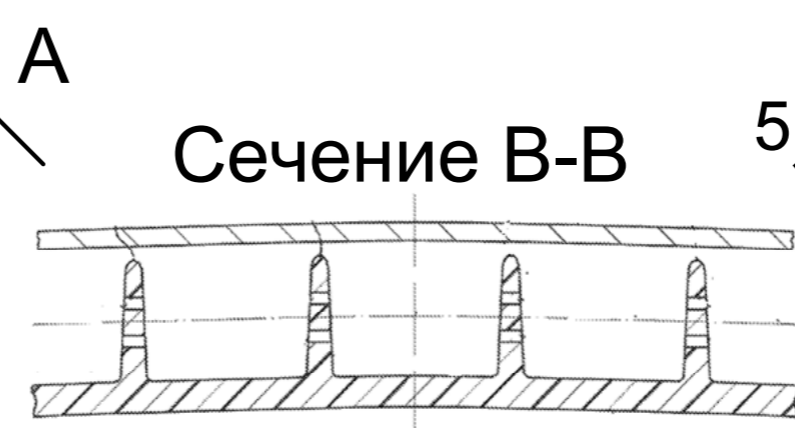
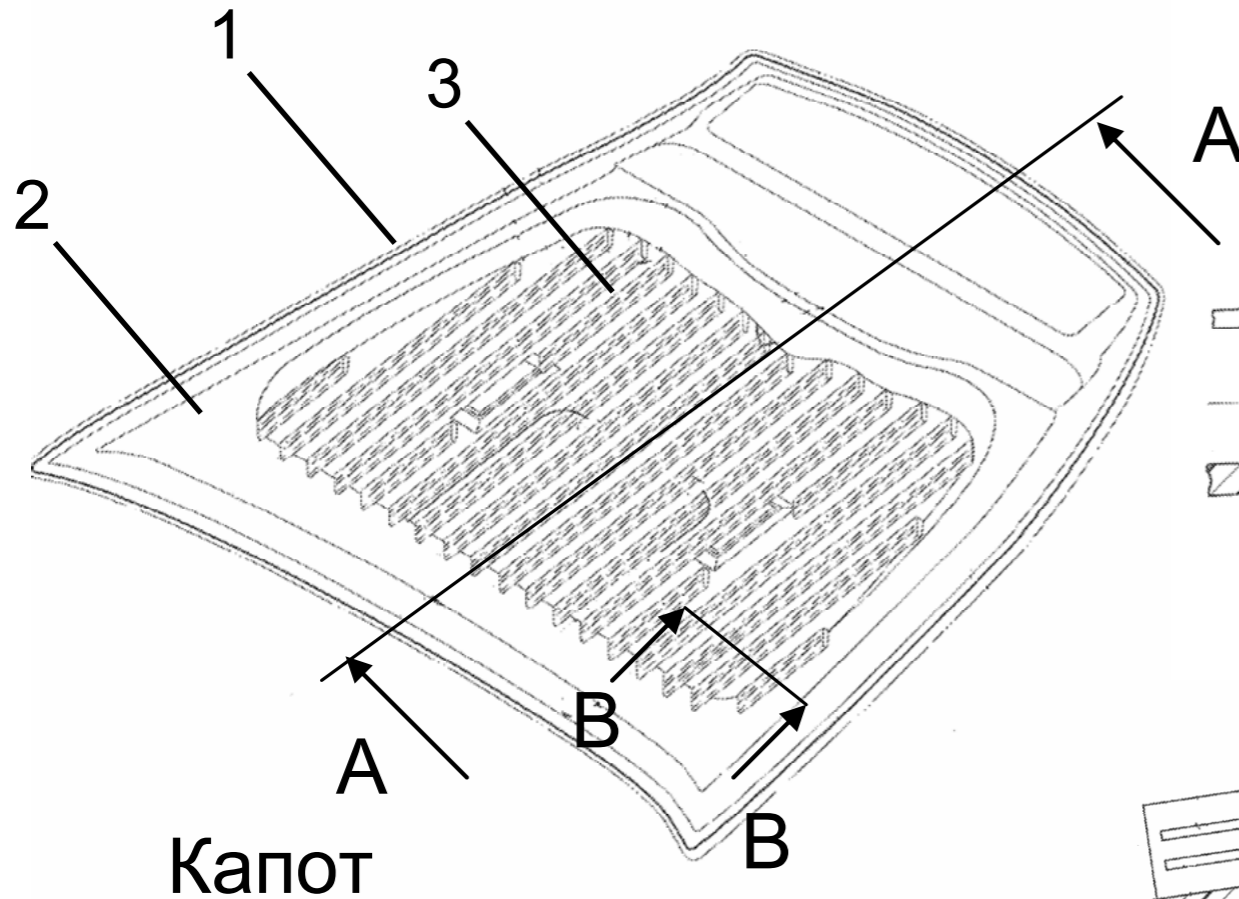
Сотовая структура энергопоглощающего элемента

1 – крыло кузова, 2 – кузов, 3 – энергопоглощающий элемент, 4 – стенка энергопоглощающего элемента

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>					
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Травмобезопасное крепление крыльев кузова			Литер	Лист	Листов
Зав.каф.	Ильина И.Е.							В	К	Р
Руковод.	Францев С.М.							ПГУАС каф.ОБД; группа ТТП-51з		
Консульт.	Францев С.М.									
Консульт.										
Н.контр	Ильина И.Е.									
Студент	Остриков А.О.									



# Травмобезопасный капот



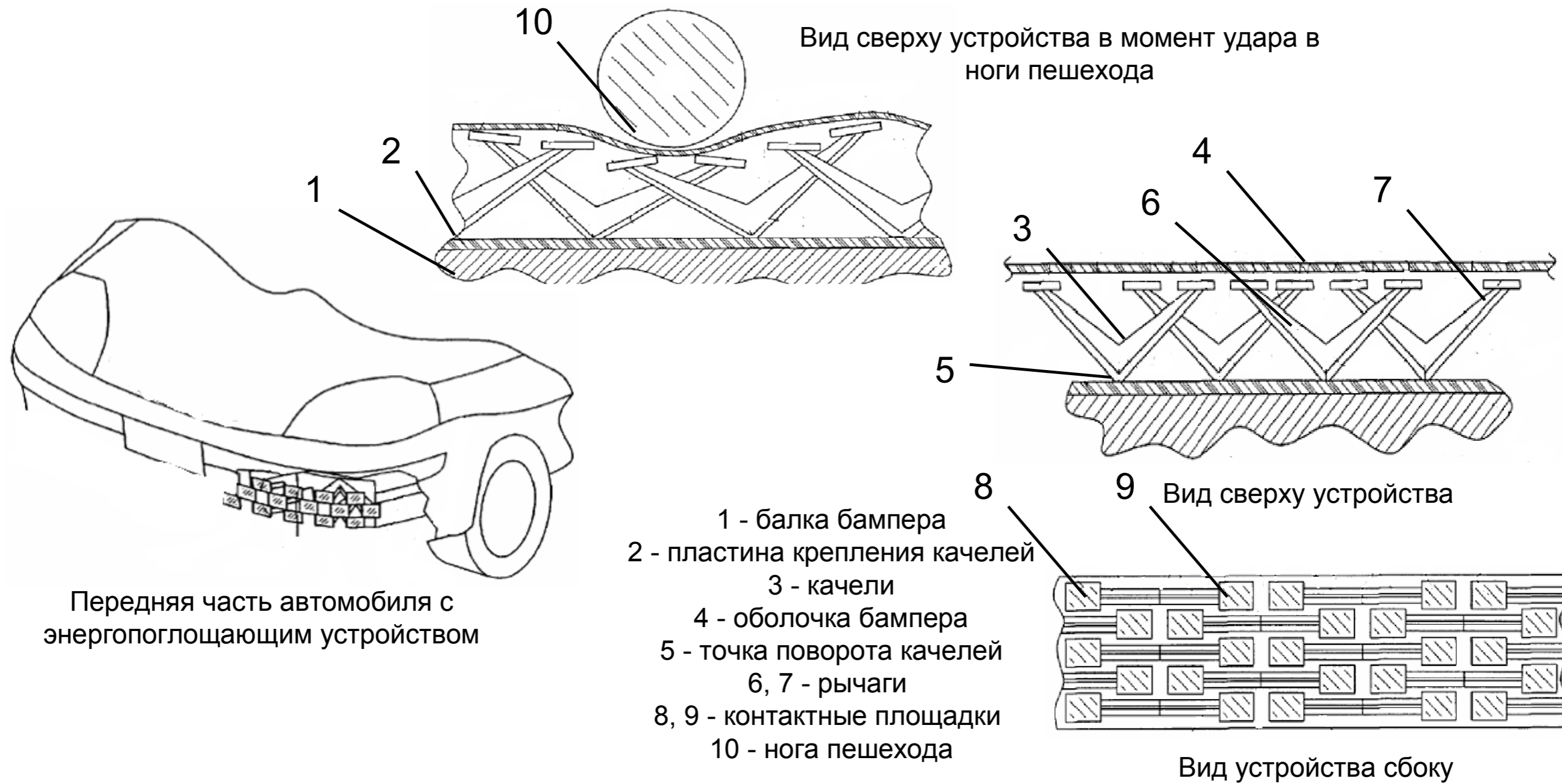
1 – верхняя крышка капота, 2 – нижняя крышка капота, 3 – энергопоглощающие элементы, 4 – нагрузка, 5 – двигатель

Схема работы устройства поглощения энергии:

а) момент времени столкновения тела в капотом; б) сталкивающееся тело столкнулось с капотом; в) вертикальное поперечное сечение, схематически иллюстрирующее деформацию ребра, когда сталкиваемое тело столкнулось с капотом

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>					
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Травмобезопасный капот	Литер	Лист	Листов		
Зав.каф.	Ильина И.Е.					В	К	Р	5	7
Руковод.	Францев С.М.									
Консульт.	Францев С.М.									
Консульт.										
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС					
Студент	Остриков А.О.				каф.ОБД; группа ТТП-51з					

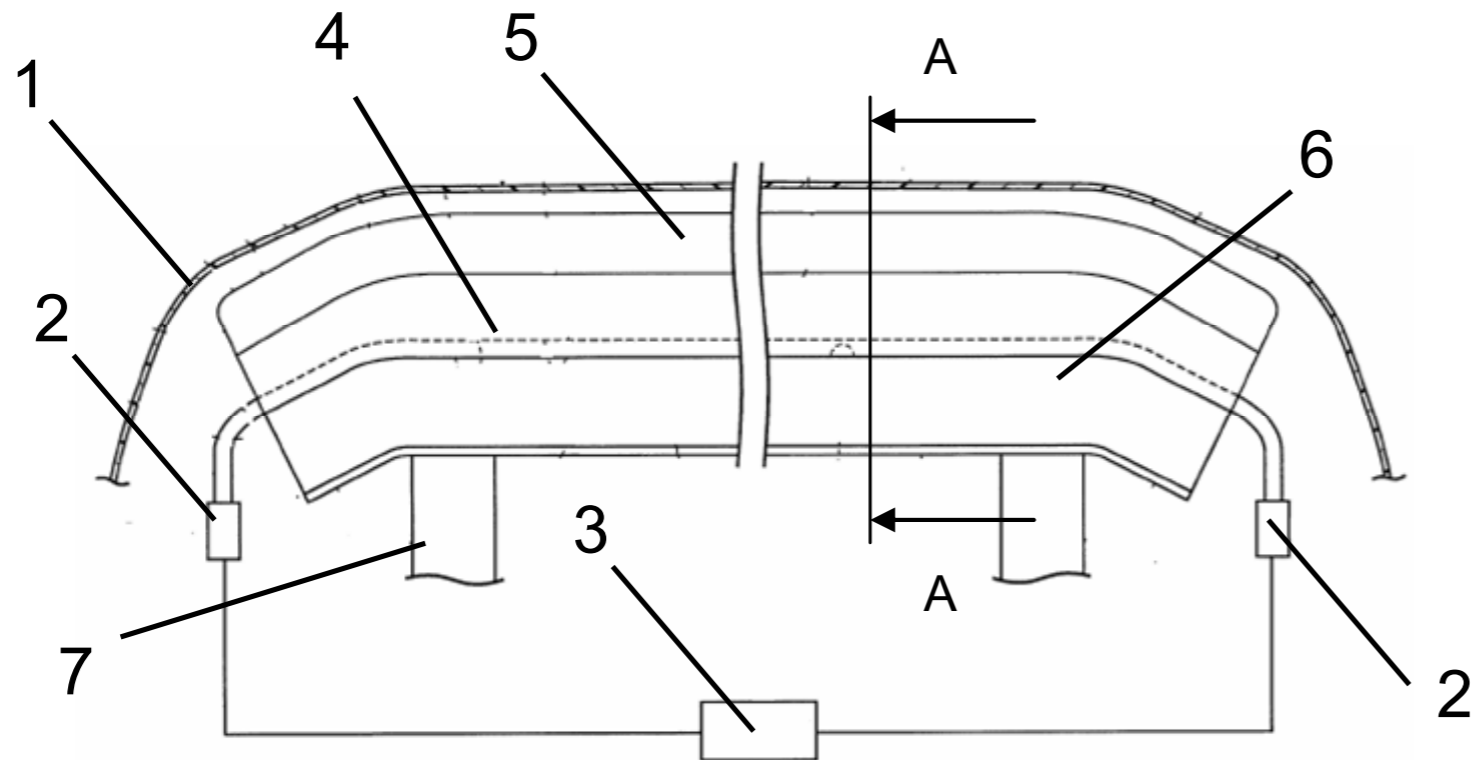
# Энергопоглощающий бампер



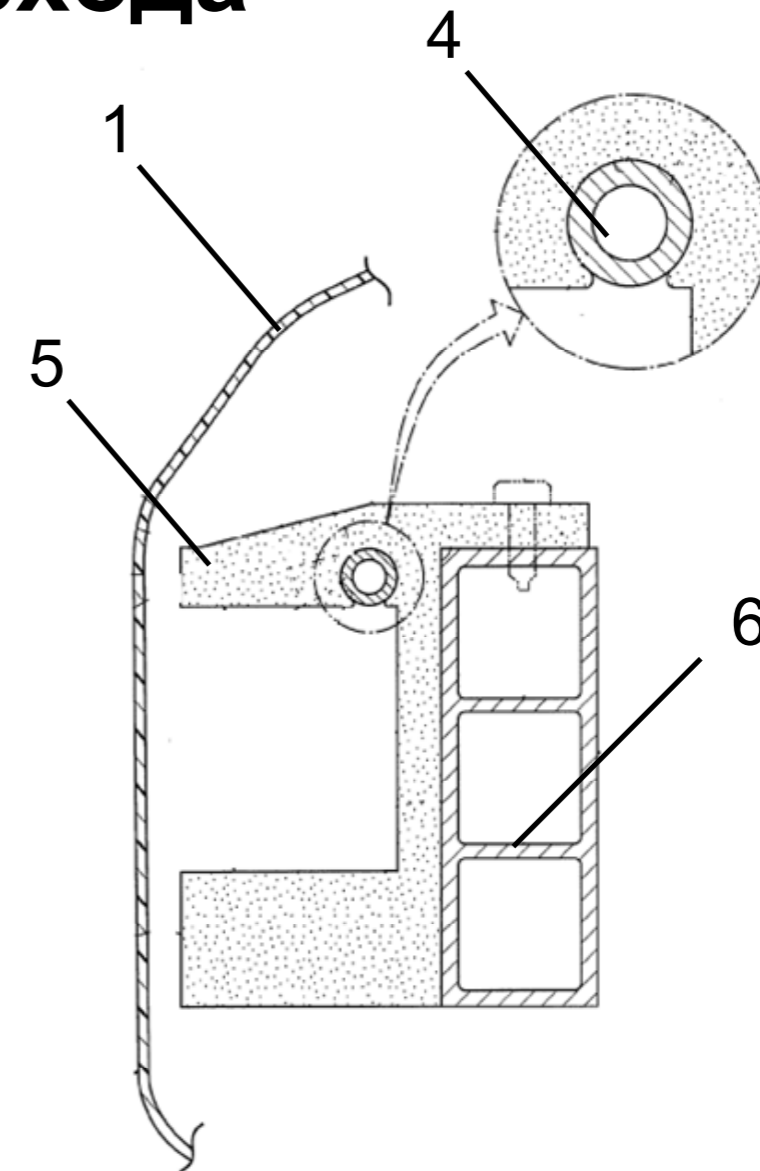
- 1 - балка бампера
- 2 - пластина крепления качелей
- 3 - качели
- 4 - оболочка бампера
- 5 - точка поворота качелей
- 6, 7 - рычаги
- 8, 9 - контактные площадки
- 10 - нога пешехода

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>			
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Энергопоглощающий бампер</b>	Литер	Лист	Листов
Зав.каф.	Ильина И.Е.					В К Р	6	7
Руковод.	Францев С.М.							
Консульт.	Францев С.М.							
Консульт.								
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС каф.ОБД; группа ТТП-51з			
Студент	Остриков А.О.							

# Устройство распознавания наезда транспортного средства на пешехода



Бампер со встроенным датчиком давления



Бампер с встроенным датчиком давления (сечение А-А)

					<b>ВКР-2069059-23.03.01-120544-17</b>			
					Повышение пассивной безопасности автомобиля при наезде на пешехода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Устройство распознавания наезда транспортного средства на пешехода	Литер	Лист	Листов
Зав.каф.	Ильина И.Е.					В К Р	7	7
Руковод.	Францев С.М.							
Консульт.	Францев С.М.							
Консульт.								
Н.контр	Ильина И.Е.				ПГУАС каф.ОБД; группа ТТП-51з			
Студент	Остриков А.О.							