

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ТРАВМИРОВАНИЯ
ПРИ ФРОНТАЛЬНОМ СТОЛКНОВЕНИИ АВТОМОБИЛЯ
С ПЕШЕХОДОМ**

Е. Д. Карташова, Е. А. Елескина

**INVESTIGATION OF THE MECHANISM
OF INJURY A PEDESTRIAN AT A FRONTAL COLLISION
WITH A PASSENGER CAR**

E. D. Kartashova, E. A. Eleskina

Аннотация. Исследуются особенности механизмов травмирования пешехода при фронтальном столкновении с легковым автомобилем в зависимости от скорости движения автомобиля и положения пешехода с целью совершенствования методов реконструкции дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: механизм травмирования пешехода, наезд легкового автомобиля на пешехода, фронтальное столкновение автомобиля с пешеходом, биомеханика дорожно-транспортных происшествий, моделирование столкновений, фазы наезда легкового автомобиля на пешехода.

Abstract. In this article are explored features of the mechanism of injury to pedestrians in a frontal collision with a passenger car depending on speed of the vehicle and the provisions of a pedestrian with view to improving the methods of the road accident reconstruction.

Key words: the mechanism of injury a pedestrians, hitting a car on a pedestrian, frontal collision of the car with a pedestrian, biomechanics of road traffic accidents, modeling of road collisions, the phases of the collision of a passenger car at a pedestrian.

В биомеханике дорожно-транспортных происшествий (ДТП) под механизмом травмирования водителей, пассажиров и пешеходов понимают характер движения частей тела человека, последовательность получения ими повреждений в условиях ДТП. Несмотря на все многообразие ДТП, механизмы травмирования водителей, пассажиров и пешеходов при одинаковых видах и типах происшествий похожи. Поэтому знание механизмов травмирования водителей, пассажиров и пешеходов при различных видах и типах ДТП может способствовать повышению достоверности автотехнической экспертизы. Проблема повышения достоверности автотехнической экспертизы приобретает особую актуальность в настоящее время в связи с резким увеличением количества автомобилей, изменением их конструктивных особенностей и возрастающим количеством случаев ДТП с человеческими жертвами.

Существует несколько методов исследования механизмов травмирования при ДТП – экспериментальный, расчетный и расчетно-экспериментальный метод. В связи с активным внедрением компьютерных технологий в практику автотехнической экспертизы расчетные методы исследования механизмов травмирования приобрели в настоящее время большую значимость.

В настоящее время на мировом рынке программного обеспечения для реконструкции ДТП широко используется ряд компьютерных пакетов: Car-Sim, TruckSim, PC-Crash, CARAT, VirtualCrash и т.д. В данную категорию стоит отнести и пакеты программ, базирующиеся на использовании метода конечных элементов, такие как Abaqus, LS-DYNA и т.д. Данные пакеты позволяют моделировать как движение отдельно взятого транспортного средства или отдельную стадию в фазах «сближение – контакт – разлет», так и всю дорожно-транспортную ситуацию, рассматриваемую экспертом. Они позволяют максимально автоматизировать процесс исследования и реконструкции, повысить точность выводов и сделать выводы эксперта более наглядными.

В настоящее время считается, что существует три фазы наезда легкового автомобиля на человека [1, 2]. Первой фазой наезда принято называть момент соприкосновения тела пешехода с поверхностью автомобиля при лобовом столкновении, во время которого пострадавший получает удар.

В результате дальнейшего движения легкового автомобиля, возможно и замедленного, пострадавший, как бы подкашиваемый (подсекаемый) автомобилем, падает на капот, поскольку удар по пешеходу приходится ниже центра тяжести человека, расположенного в области четвертого поясничного позвонка. Эта вторая фаза наезда. Третья фаза наезда – падение пострадавшего на дорожное покрытие или обочину с высоты капота автомобиля. Легковой автомобиль к этому времени может остановиться или, не успев затормозить, продолжать движение.

Характер повреждений, образующихся в третьей фазе, во многом зависит от особенностей покрытия дороги. Если дорога гладкая, а покрытие ее твердое (асфальт, бетон), характер повреждений крайне тяжелый и количество их максимально. При падении на мягкий грунт повреждений может и не быть.

Упомянутые условно выделенные три фазы наезда на пешехода при дорожно-транспортных происшествиях с участием других автотранспортных средств (грузовых автомобилей, автобусов и пр.) так четко не прослеживаются, а сам наезд имеет свои особенности и различные варианты.

При наездах легкового автомобиля на пешехода пострадавший получает удар выступающей вперед деталью (частью) автомобиля: передним бампером, облицовкой радиатора, передним краем капота, краем переднего крыла или передней фарой. При этом возникают переломы костей нижних конечностей, так называемые бамперные переломы бедра или голени, переломы костей таза или разрывы лонного и крестцово-подвздошного сочленений, нередко в сочетании с повреждением мочеполовых органов.

Одновременно с этими повреждениями возникают повреждения от общего сотрясения тела, вызванного ударом. Обычно явления удара морфологически проявляются ушибами органов брюшной полости или грудной клетки в виде пристеночных или внутриорганных кровоизлияний, надрывов или разрывов паренхиматозных органов и т.д.

Если первоначальный контакт человека с поверхностью легкового автомобиля произошел ниже центра тяжести тела человека, расположенного в области четвертого поясничного позвонка, то тело пострадавшего забрасывается на капот. Ударяясь о капот, ветровое стекло или передние стойки автомобиля, пострадавший получает дополнительные телесные повреждения в

виде перелома ребер, а также, что очень важно, дополнительную черепно-мозговую травму.

Для исследования механизма трамвирования пешехода при фронтальном столкновении с автомобилем использована программа PC-Crash [3]. С ее помощью было выполнено моделирование процесса фронтального столкновения автомобиля с пешеходом. Считалось, что легковой автомобиль (ВАЗ-2110) совершает прямолинейное движение с торможением со скоростью 50, 40, 30, 20 и 10 км/ч. Пешеход двигался с постоянной скоростью 5 км/ч. При моделировании пешеход был представлен манекеном 50 % репрезентативности. Результаты моделирования представлены на рис. 1–3. Они позволили выявить механизм травмирования пешехода при столкновении с легковым автомобилем при следующих скоростях:

– при скорости 10 км/ч – удар коленного сустава пешехода о выпирающую часть автомобиля (бампер), пострадавший падает на проезжую часть, облакачиваясь на капот, сползает с автомобиля, падает коленями на проезжую часть, ударяется головой о капот (рис. 1,а);

– при скорости 20 км/ч – удар коленного сустава пешехода о выпирающую часть автомобиля (бампер), пешеход опирается рукой на капот, ударяется тазобедренным суставом, а затем грудной клеткой и головой о капот. Тело отбрасывается вперед на расстояние 2,4 м от первоначального положения пешехода. При отбрасывании травмируются нижние конечности, далее тазобедренный сустав и грудная клетка, после этого – голова (рис. 1,б);

– при скорости 30 км/ч – удар коленного сустава пешехода о выпирающую часть автомобиля (бампер), пешеход опирается рукой на капот, ударяется тазобедренным суставом, а затем грудной клеткой о капот. Голова касается лобового стекла, затем происходит отбрасывание тела вперед на 6,5 м от первоначального положения пешехода. При отбрасывании травмируется тазобедренный сустав и грудная клетка, после этого – голова и ноги (рис. 2,а);

– при скорости 40 км/ч – удар коленного сустава пешехода о выпирающую часть автомобиля (бампер), пешеход опирается рукой на капот, ударяется тазобедренным суставом, а затем грудной клеткой о капот. Далее происходит удар головой о лобовое стекло, и голова проскальзывает вниз по капоту. Происходит кувырок туловища пешехода, после которого ноги ударяются о крышу автомобиля. При этом голова находится внизу перед автомобилем. Затем тело пешехода отбрасывается на расстояние 10 м от первоначального положения пешехода. При отбрасывании травмируется голова и грудная клетка, после этого – тазобедренный сустав и ноги (рис. 2,б);

– при скорости 50 км/ч – удар коленного сустава пешехода о выпирающую часть автомобиля (бампер), пешеход опирается рукой на капот, ударяется тазобедренным суставом, а затем грудной клеткой о капот. Происходит кувырок туловища пешехода, после которого ноги ударяются о крышу автомобиля, а колени о лобовое стекло. Происходит удар тазобедренного сустава о капот и удар руки о лобовое стекло, после чего голова ударяется о капот автомобиля. Затем тело пешехода отбрасывается на расстояние 15,3 м от первоначального положения пешехода. Тело скользит по дорожному покрытию 4,6 м, что длится 0,85 с (рис. 3).

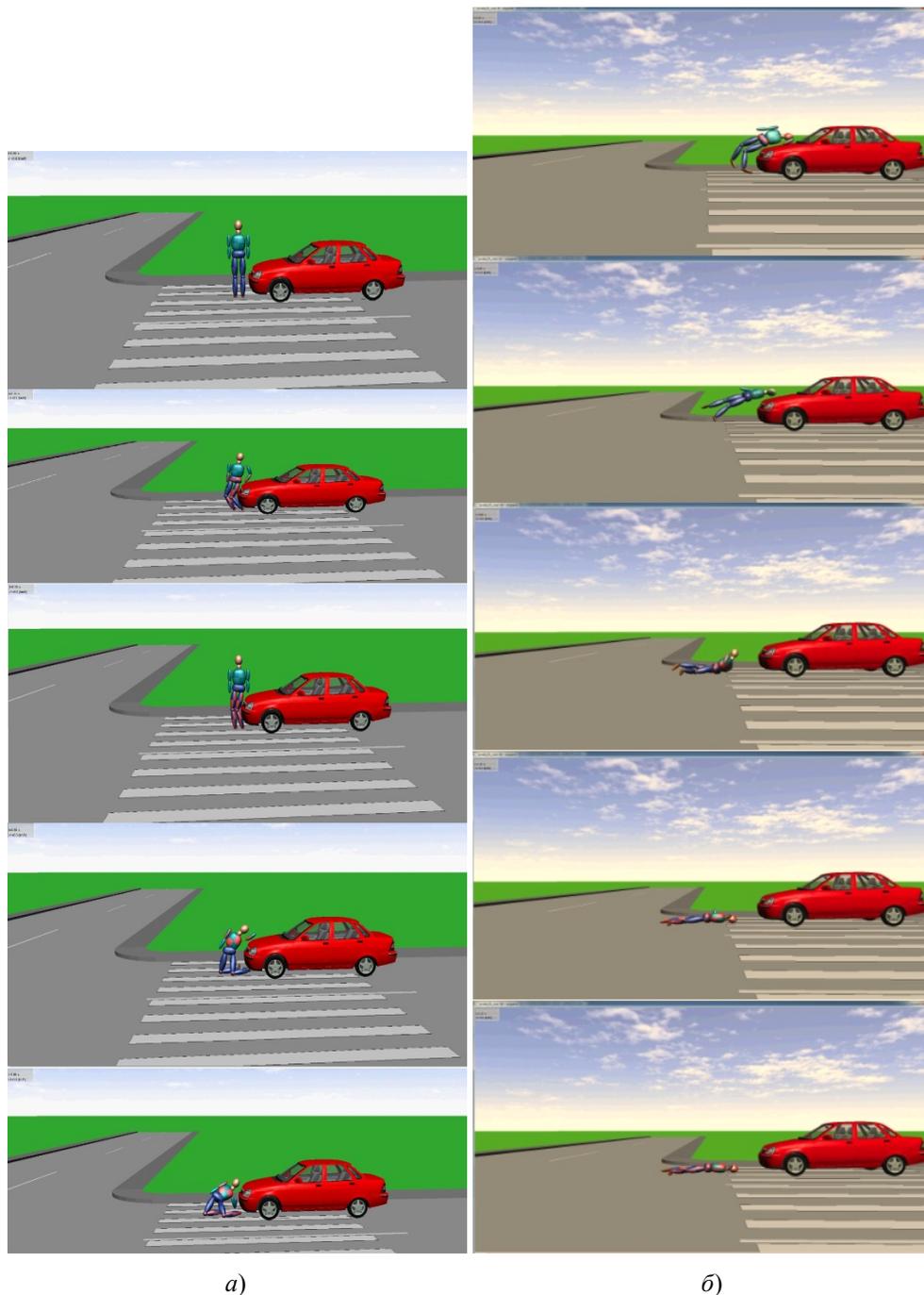
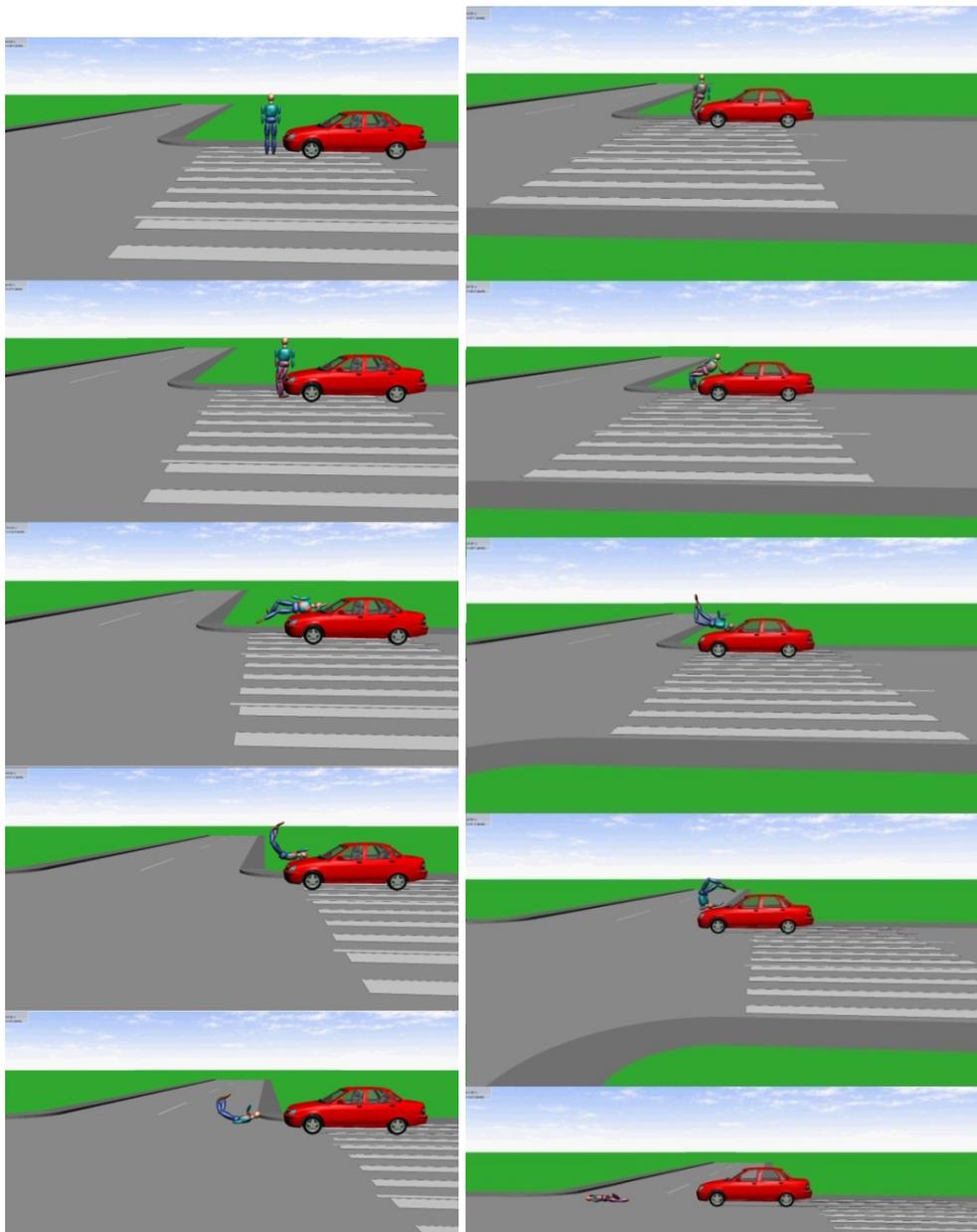


Рис. 1. Механизм травмирования пешехода при скорости автомобиля 10 км/ч (а) и 20 км/ч (б)

При фронтальных столкновениях тяжесть травмирования человека в автомобиле определяется в основном повреждениями головы, грудной клетки и тазобедренного сустава.



a)

б)

Рис. 2. Механизм травмирования пешехода при скорости автомобиля 30 км/ч (*a*) и 40 км/ч (*б*)

Если в момент столкновения автомобиля с пешеходом скорость автомобиля снижается до незначительной, а именно до 10 км/ч, или если автомобиль полностью останавливается, то пострадавший чаще всего не остается на капоте, а сваливается, как бы съезжает с него на дорожное покрытие, получая дополнительную травму. При этом, как правило, возникают повреждения головы и верхних конечностей.

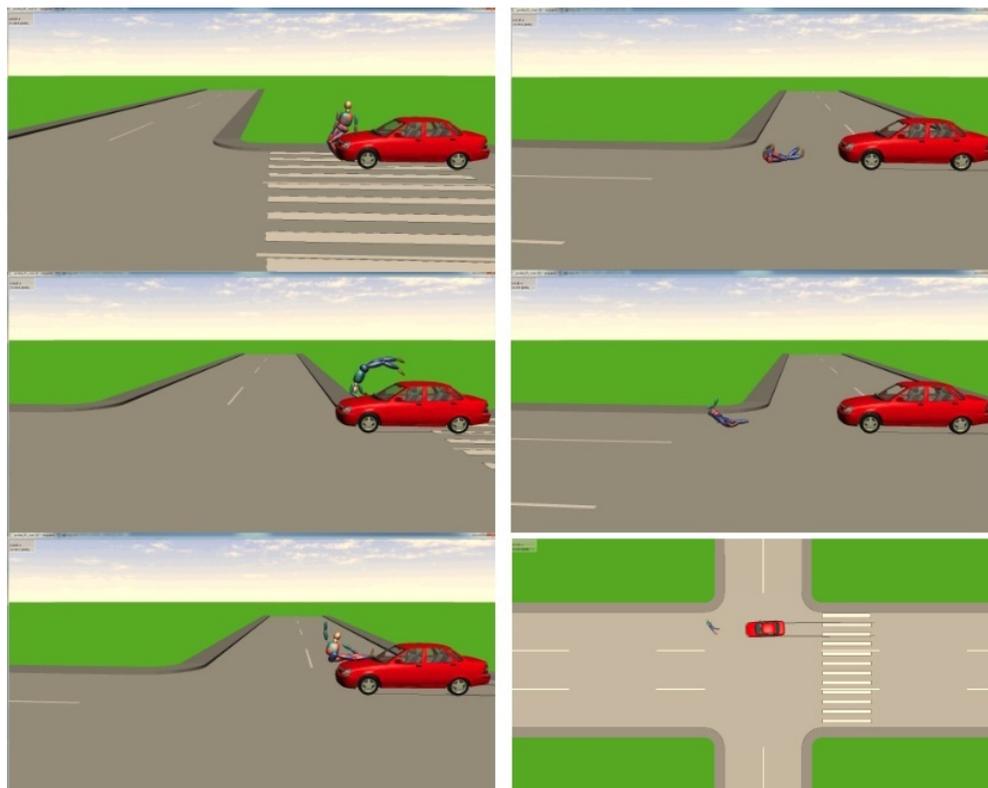


Рис. 3. Механизм травмирования пешехода при скорости автомобиля 50 км/ч

Однако если автомобиль не остановился, пострадавший отбрасывается далеко в сторону и вперед по ходу движения автомобиля. В случае удара автомобилем в области, расположенные близко от центра тяжести тела человека, телу пострадавшего передается часть энергии движущегося автомобиля. Получив первичные повреждения в зоне контакта с автомобилем, пострадавший пролетает несколько метров по воздуху и падает на дорожное покрытие. Характерно, что полученные от удара о дорожное покрытие повреждения локализуются на стороне, противоположной удару автомобилем.

Таким образом, установлено, что механизм травмирования пешеходов при фронтальном столкновении с легковым автомобилем при скоростях 10, 20, 30, 40, 50 км/ч различен, и это должно быть учтено при проведении автотехнической экспертизы.

Список литературы

1. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / Ю. Я. Комаров, С. В. Ганзин, Р. А. Жирков и др. – М. : Горячая линия, Телеком, 2012. – 290 с.
2. Солохин, А. А. Судебно-медицинская экспертиза в случаях автомобильной травмы / А. А. Солохин. – М. : Медицина, 1968. – 237 с.
3. Crash, P. C. A Simulation program for Vehicle Accidents. Operating Manual / P. C. Crash. – Linz : Dr. Steffan Datentechnik, 2001. – 291 p.

Карташова Екатерина Дмитриевна
инженер, кафедра транспортных машин,
Пензенский государственный университет
E-mail: katrina89@yandex.ru

Kartashova Ekaterina Dmitrievna
engineer,
sub-department of transport machines,
Penza State University

Елескина Евгения Александровна
студентка,
Пензенский государственный университет
E-mail: Evgeniya.eleskina@mail.ru

Eleskina Evgeniya Aleksandrovna
student,
Penza State University

УДК 656.13.08; 656.13.13

Карташова, Е. Д.

Исследование механизмов травмирования при фронтальном столкновении автомобиля с пешеходом / Е. Д. Карташова, Е. А. Елескина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – № 2 (6). – С. 157–163.