

С.А. Евтюков¹, А.В. Чудаков¹

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО ОТБРОСУ ТЕЛА ПЕШЕХОДА ПРИ НАЕЗДЕ

Исследуя реконструкцию и экспертизу дорожно-транспортного происшествия (ДТП), связанного с наездом на пешехода, необходимо рассмотреть важную нерешенную проблему по определению скорости движения транспортного средства в момент наезда на пешехода.

Исследование в определении скорости транспортного средства по отбросу тела пешехода необходимо рассматривать с теоретической и практической стороны вопроса [1-4].

Основной задачей специалиста-эксперта при изучении дорожно-транспортного происшествия, связанного с наездом на пешехода, считается заключение о способности водителя избежать наезд и определить наличие, либо отсутствие состава преступления в его деяниях.

Рассматривая механизм наезда на пешехода, можно выделить три основных стадии:

Первая стадия: Сближение автомобиля и пешехода. Данная стадия начинается с момента обнаружения водителем пешехода и предположением предотвратить наезд. Механизм наезда на этой стадии зависит от скорости движения автомобиля, пешехода, а также от видимости и обзорности дороги для водителя.

Вторая стадия: Взаимодействие автомобиля с пешеходом. Данная стадия начинается в период контакта транспортного средства с частями тела пешехода. Механизм наезда на этой стадии зависит от взаимного расположения транспортного средства и пешехода, а также от их скоростей.

Третья стадия: Отброс тела человека уже после нанесения удара (процесс отбрасывания). Данная стадия начинается в период контакта транспортного средства и тела пешехода и заканчивается в момент прекращения движения пострадавшего. Механизм наезда на этой стадии

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия (190005, СПб., ул. 2-я Касноармейская, Д. 4), e-mail: s.a.evt@mail.ru, chudakov07@gmail.com

зависит от направления и скорости пострадавшего, его расстояния при отбросе, на которое он переместился по закону инерции, а также от характера этого перемещения.

Рассчитать скорость движения автомобиля в момент наезда на пешехода представляется возможным, исследуя более детально третью стадию механизма наезда, а именно процесс движения отброса тела пешехода. Третья стадия (процесс отбрасывания) наступает с этапа завершения контакта тела человека с автомобилем и завершается в момент остановки перемещения тела пешехода по проезжей части. На данном этапе механизм наезда будет зависеть от скорости и направления отброса тела пешехода, интервал, на которое переместилось тело согласно инерции и от характера данного перемещения [5, 6].

При наезде автомобиля на пешехода, тело пострадавшего со временем обретает скорость транспортного средства (ТС) в направлении силы удара. При блокирующем ударе скорость, приобретенная пешеходом, совпадает по величине и направлению со скоростью автомобиля в момент наезда. Данный факт дает возможность в определенных случаях достаточно точно установить скорость ТС в момент удара, в случае если установлено расстояние, на которое переместилось тело пешехода по поверхности дороги [7].

Российская практика экспертиз предлагает следующие методы определения скорости движения автомобиля при наезде на пешехода:

Первый метод: Скорость автотранспортного средства перед дорожно-транспортном происшествии при блокирующем ударе и при малом отклонении направления отбрасывания тела от направления движения ТС возможно установить согласно формуле:

$$V_a = \frac{1,8\varphi \cdot j_3(t_3 + t_5)}{K_3} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) + \sqrt{\frac{26\varphi \cdot j_3(S_u + 254fS_{\Pi})}{K_3}} \quad (1)$$

где: t_3 - время нарастания замедления при экстренном торможении, до максимального значения c ; t_5 - время торможение; φ - коэффициент сцепления шин с дорогой; j_3 - замедление при экстренном торможении, m/c^2 ; K_3 - коэффициент эффективности торможения; S_u - длина отпечатка юза, оставленного до момента наезда, m ; f - коэффициент сопротивления качению; S_{Π} - расстояние, на которое перемещается сброшенный с движущегося транспортного средства объект.

Второй метод: Скорость автотранспортного средства во время наезда при блокирующем ударе возможно установить согласно формуле:

$$V_y = \frac{M_A + M_{\Pi}}{M_A} \sqrt{26S_u'' \cdot j_3} \quad (2)$$

где: V_y - скорость транспортного средства в момент наезда, км/ч; M_A - масса транспортного средства, кг; $M_{П}$ - масса тела пешехода, кг; $S''_и$ - длина отпечатка юза, оставленного после момента наезда, м.

При блокирующем ударе в момент наезда скорость автомобиля может быть уточнена, в том случае если на участке дорожно-транспортного происшествия сохранился след передвижения отброшенного тела, а кроме того, если известен коэффициент силы трения скольжения тела пешехода по дорожному полотну и при этом ТС было остановлено посредством успешного торможения.

Сила коэффициента скольжения может быть получено опытным путем, посредством замера с помощью динамометра силы сопротивления движению схожего объекта.

Кроме того, значение коэффициента $f_{П}$ можно рассчитать по расстоянию, на которое перемещается брошенный с движущегося транспортного средства объект, согласно формуле:

$$f_{П} = \frac{V_a^2}{254 S_{П}} \quad (3)$$

где: V_a - скорость транспортного средства при эксперименте в момент отбрасывания объекта, км/ч; $S_{П}$ - расстояние на которое перемещается брошенный с движущегося транспортного средства объект.

Приближенные значения коэффициента трения скольжения тела человека по плоскости дороги были представлены Российским федеральным центром судебной экспертизы (РФЦСЭ) при Министерстве России и согласно результатам тестов, были получены данные, указанные в таблице 1 [9].

ТАБЛИЦА 1

Результаты тестов значения коэффициента скольжения по данным РФЦСЭ

Вид дорожного полотна	Коэффициент трения скольжения
асфальтобетон накатанный, гладкий, гравийное покрытие	0,54-0,56
асфальтобетон шероховатый, плотно укатанная гладкая грунтовая дорога, свежий гравийный покров	0,55-0,60
асфальтобетон с поверхностной обработкой щебнем, плотно укатанный щебень, грунтовая дорога с поверхностным слоем песка, пыли	0,60-0,70
сухой дерн	0,70-0,73

Сведения о значениях коэффициента трения скольжения представленные в таблице 1 являются не совсем корректными на данный момент времени, так как не учитывается современное дорожное покрытие согласно СНиП 25-86*, а так же не учитывается антропометрические сведения пешехода и в какую

одежу он был одет, что оказывает весьма большое значение на точность данного коэффициента и на выводы эксперта при расследовании ДТП.

В соответствии с этим, специалисты и эксперты не имеют возможности применить в практике данную методику по расчету скорости транспортного средства в момент наезда на пешехода, так как в абсолютном объеме не обладают теоретическими и практическими сведениями по исследованию расстояния отброшенного тела, а кроме того достоверных значений коэффициента трения скольжения.

Исследования авторов по отбросу тела пешехода, основывается на 3-х возможных методах, для дальнейшего расчета скорости транспортного средства в момент наезда на пешехода:

- метод: метафизическое имитирование движения;
- метод: применение данных исследований на манекенах;
- метод: применение подвергнутых обработке статистических сведений реальных несчастных случаев.

В связи с этим нами были проведены замеры по определению коэффициента трения скольжения манекена на поверхности дороги. Эксперимент проводился на базе института безопасности дорожного движения (ИБДД) СПбГАСУ с использованием динамометра ДПУ-100-1 10т (100 кН) общего назначения.

Результаты разницы показаний коэффициента трения скольжения в зависимости от веса манекена, с одним типом одежды (кожаная куртка, джинсы, кроссовки) на разной поверхности дороги представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Результаты экспериментальных данных коэффициент трения скольжения

Тип покрытия	Вид дорожного покрытия	Состояние покрытия	μ с весом 51,9 кг	μ с весом 61,9 кг
1	Асфальтобетон	сухой	0,68	0,65
2	Асфальтобетон	влажный	0,66	0,64
3	Асфальтобетон	мокрый	0,64	0,72
4	Асфальтобетон	грязный сухой	0,47	0,46
5	Асфальтобетон	грязный влажный	0,47	0,46
6	лед t воздуха - 7,7°C	Шероховатый	0,45	0,44
7	лед t воздуха - 7,7°C	Гладкий, укатанный	0,33	0,36

Результаты разницы показаний в зависимости от веса манекена, с одним типом одежды (кожаная куртка, джинсы, кроссовки) на разной поверхности дороги представлены на рисунке 1.

Результаты разницы показаний коэффициента трения скольжения в зависимости от веса манекена (51,2 кг, 61,2 кг), с одним типом одежды (хлопчато-

-бумажная куртка, джинсы, кроссовки) на разной поверхности дороги представлены в таблице 3.

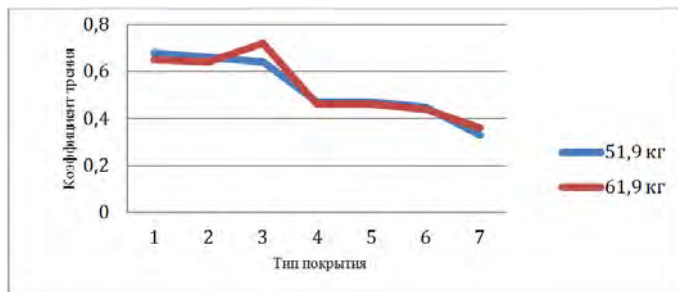


Рис. 1. График зависимости коэффициента трения скольжения с массой биоманекена 51,9 и 61,9 кг в кожаной куртке, в кроссовках и джинсах

ТАБЛИЦА 3

Результаты экспериментальных данных коэффициент трения скольжения на дорожном покрытии с весом биоманекена 51,2 кг, 61,2 кг

Тип покрытия	Вид дорожного покрытия	Состояние покрытия	μ с весом 51,2 кг	μ с весом 61,2 кг
1	Асфальтобетон	сухой	0,68	0,65
2	Асфальтобетон	влажный	0,66	0,64
3	Асфальтобетон	мокрый	0,61	0,66
4	Асфальтобетон	грязный сухой	0,47	0,46
5	Асфальтобетон	грязный влажный	0,47	0,46
6	лед t воздуха - 7,7°C	шероховатый	0,45	0,44
7	лед t воздуха - 7,7°C	гладкий, укатанный	0,23	0,33

Результаты разницы показаний в зависимости от веса манекена, с одним типом одежды (кожаная куртка, джинсы, кроссовки) на разной поверхности дороги представлены на рисунке 2.

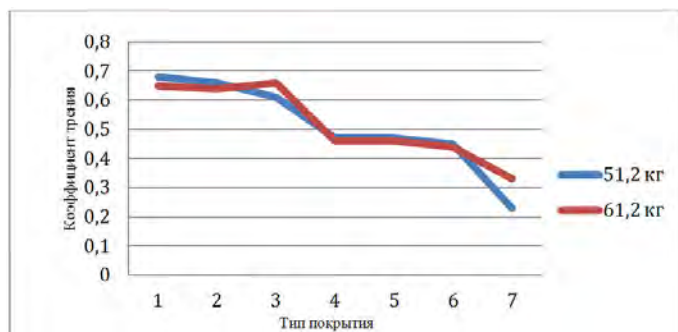


Рис. 2. График зависимости коэффициента трения скольжения с массой биоманекена 51,2 и 61,2 кг в хлопчатобумажной куртке, в кроссовках и джинсах

Из вышеуказанных результатов эксперимента можно выявить прямую зависимость между типом дорожного покрытия и антропометрических характеристик пешехода, влияющую на коэффициент трения скольжения.

Так же нами были проведены замеры по определению длины отброса биоманекена. Эксперимент проводился на базе института безопасности дорожного движения (ИБДД) СПбГАСУ с использованием манекена и автомобиля ВАЗ-2107.

Расстояние L_0 , на которое пешеход отбрасывается при ударе передней частью автомобиля, складывается из длины полета в воздухе $l_{пер}$; расстояние $l_{ск}$, на которое перемещается пешеход по проезжей части (при скольжении), рисунок 3.

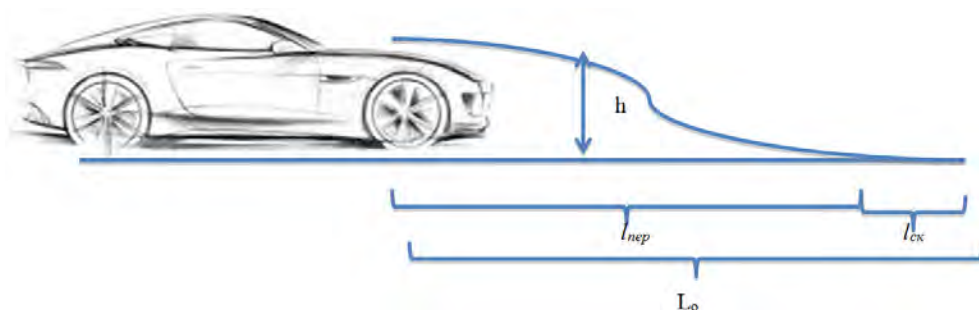


Рис. 3. Процесс отброса пешехода в момент наезда

Рассмотрим процесс отброса в момент контакта пешехода с автомобилем до момента падения на проезжую часть. Данный участок $l_{пер}$ рассчитывается из высоты падения пешехода h и времени его перемещения $t_{пер}$ с заданной скоростью $v_{пер}$ приобретенной в момент удара. пер

Следовательно, высота падения пешехода будет рассчитываться:

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

то время перемещения от начальной точки отброса (место наезда) до места падения будет рассчитываться по формуле:

$$t_{пер} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (5)$$

тогда на основании данного выражения мы получаем равенство:

$$v_{пер} t_{пер} = l_{пер} \quad (6)$$

Участок $l_{пер}$ на прямую зависит от $v_{ск.п}$, которую мы вычисляем по вышеуказанной формуле. Отсюда получаем формулу:

$$l_{пер} = v_{ск.п} \times \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (7)$$

где $v_{ск.п}$ - скорость перемещения проскальзывания пешехода по проезжей части.

Эта связь указывает на характер зависимости перемещения L_0 от скорости автомобиля во время наезда на пешехода. То соответственно по полному перемещению L_0 можно определить скорость автомобиля в момент наезда. Предложенный расчет $l_{пер}$ может быть использован при установлении объективных обстоятельств ДТП, а в частности для определения места ДТП.

Результатом проведенного теста, установлено, что при скорости автомобиля в 35 км/ч, росте биоманекена в 84 см и массой тела в 44,1 кг, длина отброса манекена составила 5,20 м. Все последующие данные тестов представлены в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

Экспериментальные данные длины отброса биоманекена в момент наезда

№	Скорость в момент наезде	Рост манекена	Масса автомобиля кг	Категория ТС	Масса манекена	Расстояние отброса манекена	Применение тормозов при наезде
1	10 км/ч	157 см	1060 кг	седан	51,2 кг	0,51	Да
2	21 км/ч	157 см	1060 кг	седан	51,2 кг	2,14	Да
3	29 км/ч	157 см	1060 кг	седан	51,2 кг	3,22	Да
4	32 км/ч	157 см	1060 кг	седан	51,2 кг	4,73	Да
5	43 км/ч	157 см	1060 кг	седан	51,2 кг	7,85	Да
6	9 км/ч	84 см	1060 кг	седан	44,1 кг	0,55	Да
7	20 км/ч	84 см	1060 кг	седан	44,1 кг	2,74	Да
8	27 км/ч	84 см	1060 кг	седан	44,1 кг	3,61	Да
9	35 км/ч	84 см	1060 кг	седан	44,1 кг	5,20	Да
10	41 км/ч	84 см	1060 кг	седан	44,1 кг	8,34	Да

На рисунках 4 и 5 представлены контакт биоманекена и процесс отброса в момент наезда на него автомобилем.



Рис. 4. Контакт биоманекена и автомобиля



Рис. 5. Отброс биоманекена

Далее представлен графики экспериментальных данных, где показана прямая зависимость расстояния L_0 , на которое отбрасывается биоманекен от скорости наезда автомобиля на него.

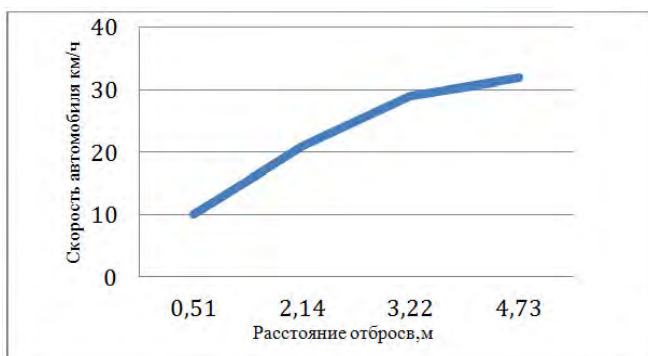


Рис. 6. График отброса биоманекена при росте 157 см и весе 51,2 кг

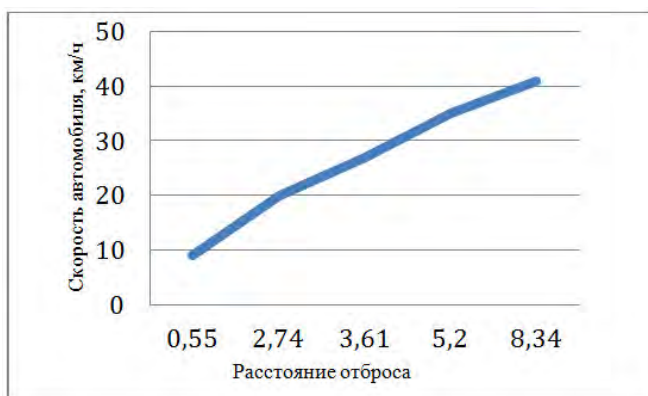


Рис. 7. График отброса биоманекена при росте 84 см и весе 44,1 кг

Данные исследования механизма наезда на пешехода подтверждают свою актуальность и требуют дальнейшего, более углубленного изучения, как с теоретической, так и с практической точки зрения для выявления более точной зависимости между скоростью транспортного средства и отбросом тела пешехода, а как следствие возможность расчета скорости автомобиля при наезде на пешехода.

Литература

- [1] Актуальные проблемы исследования обстоятельств ДТП: Материалы Первой международной конференции, Сев.-Зап. рег. центр. суд. экспертизы, СПб.: 2001, 400 с.
- [2] Балакин В.Д., Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие, 2-е изд., перераб. и доп., СибАДИ, Омск 2010, 136 с.
- [3] Грановский Г.Л., Корухов Ю.Г., Транспортно-трассологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования), Часть 2, М.: 2006.
- [4] Домке Э.Р., Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий, Издательский центр «Академия», М.: 2009, 288 с.
- [5] Евтюков С.А., Васильев Я.В., Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий, 2-ое издание, Изд-во ДНК, СПб.: 2005, 288 с.
- [6] Евтюков С.А., Васильев Я.В., Экспертиза дорожно-транспортных происшествий, Справочник, Изд-во ДНК, СПб.: 2006, 536 с.
- [7] Кривицкий А.М., Фальковский В.В., Шапаров Ю.И., Использование специальных познаний в расследовании ДТП: Метод. Пособие. Издательство «Харвест», 2004, 128 с.
- [8] Пучкин В.А., Судебная автотехническая экспертиза. Анализ дорожно-транспортных происшествий: Научно-практическое пособие, Профпресс, Ростов-н/Д 2015, 360 с.

Резюме

В статье впервые рассматривается проблема определения скорости движения автомобиля в момент наезда на пешехода. Рассмотрены три стадии механизма наезда. Предложены методы определения скорости автомобиля перед дорожно-транспортным происшествием. Выполнены графики отброса биоманекена для определения характера перемещения тела пешехода. Предложенные методики позволят увеличить точность выполняемых экспертиз.

Ключевые слова: ДТП, наезд на пешехода, наезд на биоманекен, наезд на манекен, ДТП с препятствием, наезд на препятствие, экспертиза, наезд на пешехода, ДТП с пешеходом, дорожно-транспортное происшествие с объектом

Calculation of vehicle speed in body discard the pedestrian at arrival

Abstract

The article first addresses the problem of determining the vehicle speed at the time of collision with a pedestrian. Three stages of a collision mechanism are considered. The methods of determining the speed of the car in front of a traffic accident is presented. There was used biomaneken to determine the nature of the movement of a pedestrian's body. The proposed method will increase the accuracy of performed ekspertizm.

Keywords: accident, hit a pedestrian, hit a biomaneken, hit a dummy, an accident with an obstacle, hitting an obstacle, expertise, hit a pedestrian accident with a pedestrian, a traffic accident with the object