

# ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Шутов А. И., д-р техн. наук, проф.,  
Новописный Е. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЭКСПЕРТИЗА СТОЛКНОВЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

nwrite@yandex.ru

Столкновения транспортных средств составляют 25-35% от всех дорожно-транспортных происшествий. Если к этому отнести наезды на стоящие транспортные средства и неподвижные препятствия, то общее число достигнет 40%. Определение скорости транспортных средств непосредственно перед дорожно-транспортным происшествием является одним из основных вопросов при расследовании. Традиционные методики позволяют определить скорость транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов скольжения колёс при торможении. Значение скорости автомобиля можно уточнить, используя данные о напряженно-деформированном состоянии бампера.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, скорость, столкновение автомобилей, бампер.

Под столкновением транспортных средств (ТС) понимают происшествие, возникшее в результате взаимного контакта механических ТС в процессе их движения и повлекшее за собой гибель или телесные повреждения людей, повреждения транспортных средств, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Столкновения нередко сопровождаются опрокидыванием, пожаром, выездом за пределы дороги, наездами на препятствия или падением с возвышений (мостов, путепроводов, откосов), что, помимо большого материального ущерба, приводит к человеческим жертвам [1].

В процессе столкновений и наездов ТС на неподвижные препятствия водители и пассажиры подвергаются воздействию значительных ударных нагрузок в течение короткого времени (0,07...0,15 с) и получают при этом тяжёлые травмы, часто не совместимые с жизнью [2].

Причинами столкновений являются обстоятельства, создавшие такую дорожную обстановку, при которой водитель своевременно не обнаружил опасности столкновения и не принял необходимых мер для его предотвращения. Основные причины столкновений можно разделить на шесть групп:

- неисправности ТС, приводящие к внезапному изменению направления движения или лишаящие водителя возможности снизить скорость, остановиться либо объехать препятствия;
- неблагоприятные дорожные условия, приводящие к произвольному изменению направления движения ТС или потере управляемости

(скользящая проезжая часть, разные значения коэффициента сцепления под правыми и левыми колёсами);

- неблагоприятная дорожная обстановка, когда в полосе движения ТС возникает препятствие, вынуждающее водителя применить резкий манёвр или торможение, что приводит к потере управляемости ТС и выезду в опасном направлении;

- действия водителей, противоречащие требованиям Правил дорожного движения и создающие помеху (например, при проезде перекрёстков, обгоне, объезде);

- неправильные приёмы управления, приводящие к потере управляемости транспортных средств (резкое торможение при совершении поворота или на скользкой дороге, крутой поворот рулевого колеса при выезде из колеи);

- прочие (неправильная организация движения, плохая видимость дорожных знаков или их отсутствие, что приводит к неправильной оценке водителем дорожной обстановки).

При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) одним из основных вопросов, который необходимо решить для дальнейшего анализа дорожно-транспортной ситуации, является определение скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП.

В настоящее время методики, используемые в экспертной практике, позволяют определить скорость движения транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов юза колёс при торможении и при

боковом скольжении транспортных средств; на перемещение транспортных средств после столкновения и другие. Однако существующие методики предусматривают определение минимальных значений скоростей движения транспортных средств, которые могут значительно отличаться от реальной ситуации, предшествующей дорожно-транспортному происшествию. Кроме того, при отсутствии следовой информации определить даже приблизительно значение скорости транспортных средств перед ДТП традиционно используемыми методами не представляется возможным — не учитываются затраты кинетической энергии движущихся транспортных средств на деформацию их конструкций и иных препятствий. Ошибка расчета скоростей столкнувшихся транспортных средств существенно возрастает с ростом деформаций. Однако несомненным достижением традиционной методики является база нормативных значений параметров торможения транспортных средств и психофизических значений времени реакции водителей для различных ситуаций, широко используемые в судебной и следственной практике.

Вследствие естественного процесса дифференциации знаний достижения современной вычислительной механики в части как расчетов затрат энергии на деформацию конструкций, так и расчетов формоизменения конструкций под действием нагрузок не были замечены разработчиками традиционной методики. Эти достижения и не могли быть замечены, так как развитие вычислительной техники значительно отставало от развития механики, стоимость производства подобных наукоемких расчетов была высока, и они производились, как правило, для нужд оборонного комплекса. Только с появлением современного поколения быстродействующих компьютеров стало реальным широкое использование методов вычислительной механики для реконструкции обстоятельств ДТП.

Известен также способ установления скоростей движения транспортных средств в момент их столкновения, который включает: определение суммарных затрат, состоящих из действия сил сопротивления перемещениям автомобилей в процессе их отбрасывания после столкновения, и сил деформации и разрушения транспортных средств в момент столкновения, установление величин начальных линейных скоростей отбрасывания, по которым находят искомые скорости. Недостатком этого способа является то, что при определении работы деформаций транспортных средств как совокупности работ деформаций их отдельных повреждённых деталей игнорируется конструкцион-

ная прочность и твёрдость каждого столкнувшегося транспортного средства как единого целого, и это обуславливает погрешности в конечном результате.

Данный недостаток может быть устранён с помощью результатов многочисленных испытаний транспортных средств в условиях реальных столкновений и определения на этой основе величины работы деформации конкретного транспортного средства как единой конструкции, однако такие подходы связаны с материальными затратами.

В этой связи весьма актуальны задачи повышения точности и снижения стоимости исследований при определении скоростей движения транспортных средств при разных видах столкновений.

В работе [3] на основе большого объёма наблюдений и исследований ДТП предлагается использовать результаты столкновений с неподвижным препятствием неограниченной массы в виде значения приведённой скорости. Полученная при этих испытаниях информация о размерах деформаций и разрушений ТС в зависимости от скорости наезда может использоваться для определения скорости ТС в момент столкновения при ДТП.

Использование данных о напряженно-деформированном состоянии бампера автомобиля, позволит уточнить значение скорости автомобиля в момент столкновения, обеспечивая при этом требуемое качество и простоту выполнения. В качестве примера рассмотрим столкновение автомобиля *Volkswagen Golf Plus* с автомобилем ВАЗ-2107.

Из постановления о назначении экспертизы следует: «12 июня примерно в 1 час 55 минут водитель Свиридов, находясь в состоянии алкогольного опьянения, управляя технически исправным автомобилем *Volkswagen Golf Plus*, двигаясь по ул. Центральной со стороны п. Уральский в районе д. 66 совершил столкновение с автомобилем ВАЗ-2107».

Одним из вопросов, заданных эксперту, является определение скорости автомобиля *Volkswagen Golf Plus* в момент столкновения с учетом следов торможения на обочине 13,28 м (левых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), 10,7 м (правых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), на асфальте 5,5 м (правых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), 9,4 м (левых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*).

Исходные данные (из постановления о назначении экспертизы):

«Дорожные условия в момент ДТП: населенный пункт, обозначенный знаком 5.22 Приложения к ПДД РФ. Темное время суток, улич-

ное освещение отсутствует, горизонтальный участок дороги с сухим асфальтобетонным покрытием двух направлений шириной 7,4 м, без линии разметки. Правая (по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*) обочина - 3 м, левая обочина 2,9 м.

При осмотре места происшествия был обнаружен след автомобиля *Volkswagen Golf Plus* с началом на правой (по направлению к городу) обочине, расположенный под углом к проезжей части. На правой обочине и правой части проезжей части обнаружены осыпь грязи и стекла, обломанных частей транспортных средств.

При проведении следственных экспериментов установлено, что автомобиль ВАЗ-2107 с водителем и двумя пассажирами стоял на месте около 3-х минут. Со слов трёх свидетелей все колеса автомобиля находились на левой обочине (по ходу его движения). Со слов свидетеля Карева правые колеса автомобиля находились частично на обочине, частично на асфальте.

Автомобиль *Volkswagen Golf Plus* с одним пассажиром следовал со скоростью около 60-70 км/ч. Со слов Свиридова на расстоянии 60-70 м он увидел встречный автомобиль с включенным светом фар и продолжал движение. При уменьшении расстояния до встречного автомобиля до 5 м, встречный автомобиль выехал на его (Свиридова) полосу движения. После чего произошло столкновение автомобилей».

Главной задачей автотехнической экспертизы при исследовании этого вида ДТП является установление механизма столкновения. В экс-

пертной практике принято определять взаимное расположение столкнувшихся автомобилей в момент первичного контактирования (столкновения) путем исследования характера и величин имеющихся деформаций кузовов автомобилей и различных следов, имеющихся на элементах их конструкции, наружных панелях кузова и т.д.; путем взаимного сопоставления зон деформаций и разрушений столкнувшихся транспортных средств. При этом наиболее достоверные результаты могут быть получены при исследовании повреждений транспортных средств непосредственно на них самих. С этой целью был проведен экспертный осмотр транспортных средств участвовавших в происшествии. Осмотр автомобилей ВАЗ-2107 и *Volkswagen Golf Plus* производился на штрафной стоянке в пасмурную погоду при естественном освещении. При проведении осмотра присутствовал следователь и понятые.

Исходя из характера, размеров и локализации повреждений на указанных транспортных средствах, можно утверждать, что в момент столкновения первоначальный контакт произошел между левым краем переднего бампера автомобиля ВАЗ-2107 и левым краем переднего бампера автомобиля *Volkswagen Golf Plus*. Взаимное перекрытие при этом составляло величину около 0,4 м. В момент столкновения угол между продольными осями указанных автомобилей определяется равным  $180\pm 5^\circ$ . Взаимное расположение автомобилей, показано на рис. 1.

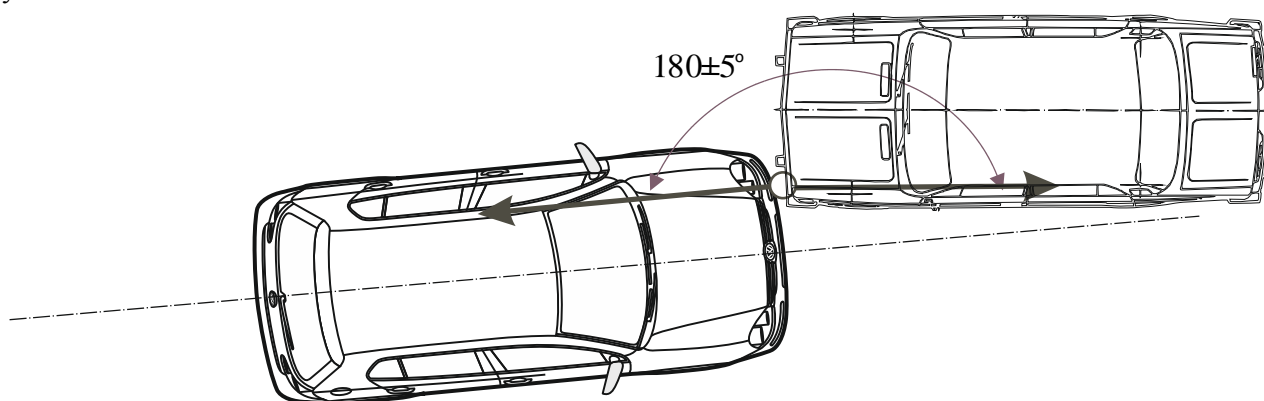


Рис. 1. Расположение автомобилей в момент столкновения

Для решения вопроса о месте столкновения автомобилей относительно границ проезжей части был проведен анализ обстановки на месте ДТП, исходя из протокола осмотра, схемы места происшествия и фототаблицы. Анализ обстановки показывает, что на месте происшествия имеются следующие признаки, указывающие на расположение места столкновения транспортных средств:

осыпь грязи размерами 0,8x1,3 м, расположенная на обочине на расстоянии 0,75 м от правого по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus* края проезжей части и на расстоянии 7,9 м от угла дома № 66;

расположение автомобиля ВАЗ-2107 после столкновения, передние колесами на обочине (левое переднее колесо располагается на расстоянии 1,9 м от правого края правой обочины по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf*

Plus), задние колеса на проезжей части (левое заднее колесо располагается на расстоянии 3,5 м от правого края правой обочины по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*);

начало следов торможения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*, расположенное на обочине на расстоянии 1,5 м от правого по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus* края проезжей части;

осыпь осколков стекла шириной 4 м (на обочине 2,7 м на проезжей части 1,3 м) и длиной

32,9 м. На схеме обозначены 2 участка осыпи, расположенные на обочине: первый участок на расстоянии 0,87 м от правого по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus* края проезжей части и на расстоянии 8,4 м от угла дома № 66; второй участок на расстоянии 1,8 м от правого по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus* края проезжей части и на расстоянии 9,9 м от угла дома № 66.

Расположение ТС на проезжей части дороги в момент столкновения отражено на рис. 2.

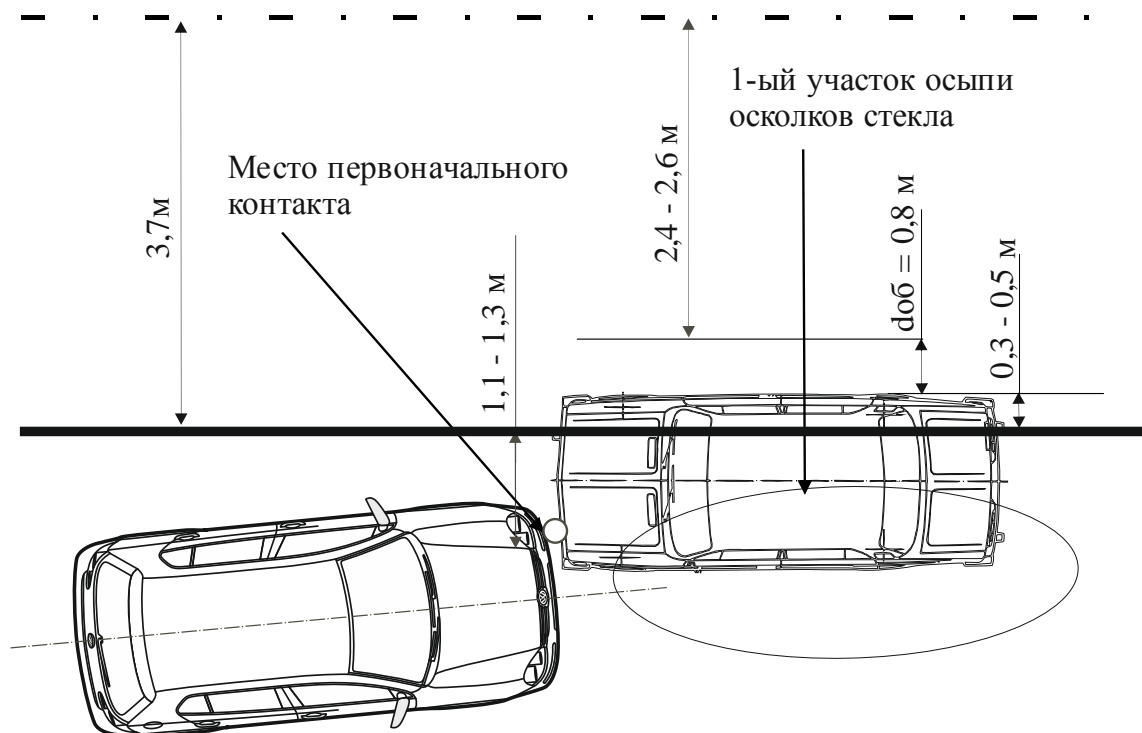


Рис. 2. Расположение автомобилей относительно границ проезжей части в момент столкновения

Исходя из обстановки на месте происшествия, зафиксированной в представленных материалах, повреждений на автомобилях ВАЗ-2107 и *Volkswagen Golf Plus*, с учетом вышеприведенных признаков расположения места столкновения, можно утверждать, что в данной ситуации место столкновения (точка первоначального контакта) располагалось на правой, по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*, обочине на расстоянии 1,1–1,3 м от края проезжей части, в продольном направлении - на расстоянии 8,5–9,5 м от угла дома №66.

С целью исследования повреждений полученных транспортными средствами при столкновении был произведен их осмотр.

Установленные признаки, а именно форма и характер следов в повреждениях автомобиля ВАЗ-2107 (повреждение левой передней двери указывает на то, что она была приоткрыта), расположение осыпи стекол и грязи перед и под передней частью автомобиля ВАЗ-2107, расположение транспортных средств по одну сторону

от направления движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*, положение рычага коробки перемены передач автомобиля ВАЗ-2107 на нейтральной передаче, ручного тормоза в положении «включено», в своей совокупности позволяют утверждать, что перед столкновением автомобиль ВАЗ-2107 находился в неподвижном состоянии.

Скорость движения автомобиля перед применением водителем экстренного торможения, исходя из длины следов торможения (юз), определяется по следующей формуле [4]:

$$v_a = 1,8 \cdot T_3 \cdot j_1 + \sqrt{26 \cdot (S_{ю1} \cdot j_1 + S_{ю2} \cdot j_2)}, \quad (1)$$

где  $T_3$  – время нарастания замедления технически исправного автомобиля категории М1 (*Volkswagen Golf Plus*), в снаряженном состоянии, при экстренном торможении на горизонтальном участке дороги, с сухим грунтовым покрытием (коэффициент сцепления  $\phi=0,6$ ), с: ( $T_3=0,3$ ) [5];  $j_1, j_2$  – установившееся замедление технически исправного автомобиля категории М1 (*Volkswagen Golf Plus*), в снаряженном со-

стоянии, при экстренном торможении на горизонтальном участке дороги, соответственно, с сухим грунтовым покрытием и асфальтобетонным покрытием, м/с<sup>2</sup>: ( $j_1=5,9$ ,  $j_2=6,8$ ) [5];  $S_{ю1}$ ,  $S_{ю2}$

$$v_a = 1,8 \cdot 0,3 \cdot 5,9 + \sqrt{26 \cdot (13,28 \cdot 5,9 + 9,4 \cdot 6,8)} = 64 \text{ км/ч.} \quad (2)$$

Однако в результате сопоставления полученных повреждений конструкции автомобиля с разрушениями, наблюдаемыми при проведении краш-тестов автомобилей данной марки, было принято решение о необходимости проведения дополнительных исследований. Согласно проведенным исследованиям были определены деформации бампера, значения которых составили:  $\Delta_b=50$ мм;  $\Delta_c=20$ мм. Данный факт позволяет

$$v_a = 1,8 \cdot 0,3 \cdot 5,9 + 3,6 \cdot (0,36 \cdot 50 + 0,08 \cdot 20) = 73,7 \text{ км/ч.} \quad (4)$$

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать выводы, которые представлены ниже.

1. При расследовании дорожно-транспортных происшествий одним из основных вопросов является определение скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП.

2. В настоящее время методики, используемые в экспертной практике, позволяют определить скорость движения транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов юза колёс при торможении и при боковом скольжении транспортных средств или на перемещение транспортных средств после столкновения.

3. При анализе экспертного исследования столкновения автомобилей были получены следующие значения скорости: при использовании традиционной методики – 64 км/ч; по предлагаемой методике – 73,7 км/ч.

– длина следа юза (торможения), соответственно, на обочине и на проезжей части, м: ( $S_{ю1}=13,28$ ;  $S_{ю2}=9,4$ );

определить скорость движения автомобиля, используя уравнение [6]:

$$v_a = 1,8 \cdot T_3 \cdot j_1 + 3,6 \cdot (0,36 \cdot \Delta_b + 0,08 \cdot \Delta_c) \quad (3)$$

где  $\Delta_b$  – деформации усилителя бампера, мм;  $\Delta_c$  – деформации кронштейна бампера, мм.

Тогда скорость движения автомобиля в момент столкновения с учетом деформаций бампера автомобиля составит:

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевцов С.О., Дубонос К.В. Расследование обстоятельств дорожно-транспортных происшествий: 2-е изд., доп. - Х.: Факт, 2003.
2. Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебное пособие. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. - 136с.
3. Коршаков И.К. Пассивная безопасность автомобиля. - М.: МАДИ, 1979. - Ч.1, - 95с., Ч.2 - 88с.
4. Иларионов В.А. Судебная автотехническая экспертиза. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – Ч.2.
5. Применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств. РФЦСЭ. М., 1995.
6. Новописный Е.А. Влияние толщины конструктивных элементов на безопасные свойства бампера / А.И. Шутов, Е.А. Новописный // Сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практич. конф. «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2011». Т. 1. Транспорт – Одесса: Черноморье, 2011. – С. 23-28.