

УДК 629.067

УЧЁТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ В МОМЕНТ ДТП

А.И. Денега, О.В. Яксанов

Предложено учитывать потенциальную энергию деформации при экспертном определении мгновенной скорости автомобиля в момент удара.

The potential strain energy in the process of expert determination of the automobile in instantaneous velocity at the bump moment is offered to take into consideration.

При расследовании дорожно-транспортного происшествия (ДТП) основное значение имеет исследование его механизма, под которым подразумевается происходящий во времени и пространстве процесс взаимодействия элементов системы «водитель–автомобиль – дорога – среда» (ВАДС). Экспертный анализ механизма ДТП представляет поэтапную реконструкцию событий происшествия с учётом сложившейся дорожной обстановки, которая характеризуется создавшимся к определённому моменту положением элементов системы ВАДС.

При всём многообразии видов ДТП в механизме каждого из них можно выделить три составляющие: субстратную, трасологическую и аварийно-ситуационную. Субстратная составляющая характеризует ДТП как процесс вещественного и энергетического взаимодействия элементов системы ВАДС. Её исследование заключается в том, чтобы воспроизвести в пространственно-временной последовательности все фазы происшествия: его начальную, кульминационную и конечную стадии. Однако для такой реконструкции событий происшествия эксперту в первую очередь необходимо установить скорость транспортного средства (ТС). Если этот параметр неизвестен или находится в широком диапазоне значений, невозможно достоверно установить реальную картину механизма ДТП, а вследствие этого – установить его

действительные причины и объективно провести расследование. На стадии предварительного следствия основными источниками для установления скорости ТС являются показания участников и очевидцев ДТП. Однако, как показывает следственная практика, их показания не всегда достоверны и имеют значительный разброс. Объективную оценку скорости ТС можно получить при исследовании материальных последствий ДТП, которые одновременно являются исходными данными для экспертного определения скорости автомобиля и вещественными доказательствами при расследовании происшествия.

Наиболее объективным показателем, по которому можно судить о скорости ТС перед ДТП, являются следы торможения, оставленные шинами автомобиля на дорожном покрытии. Согласно [1], если на месте происшествия зафиксированы следы торможения ТС, то его скорость с достаточной степенью точности может быть определена по формуле:

$$V_a = 0,5t_3 j_M + \sqrt{2S_{ю} j_M}, \quad (1)$$

где V_a – искомая величина скорости движения автомобиля, $м/с$;

t_3 – время нарастания замедления при экстренном торможении автомобиля в исследуемых дорожных условиях, $с$;

j_M – установившееся максимальное замедление при экстренном торможении автомобиля в исследуемых дорожных условиях, $м/с^2$;

$S_{ю}$ – длина следов торможения, замеренная до задних колёс автомобиля, $м$.

Указанная методика широко используется при производстве автотехнической экспертизы по факту наезда автомобиля на пешехода. Однако, при столкновении транспортных средств или наезде автомобиля на препятствие при наличии следов торможения, по формуле (1) может быть определена лишь та часть скорости, которая соответствовала потерям кинетической энергии автомобиля на участке торможения. Для того чтобы рассчитать начальную скорость автомобиля перед торможением, в месте происшествия необходимо дополнительно установить его скорость в момент столкновения ТС (наезда на препятствие). Определить ее величину расчетным путем на основании данных, содержащихся в материалах уголовного дела, обычно довольно трудно, а иногда и просто не представляется возможным. Объясняется это отсутствием универсальной методики расчёта, пригодной для всех возможных вариантов столкновений и наездов на препятствие ТС, а также недостаточностью тех исходных данных, которые, как правило, представляются эксперту для исследования.

Определение мгновенных скоростей ТС при их столкновении или наезде на препятствие в момент начала удара является актуальной задачей судебной автотехнической экспертизы [2]. Существующие методы расчёта [1, 2], основанные на достаточно серьёзных допущениях, упрощают реальную картину происшествия, а полученные решения не в полной мере отражают действительность, что в конечном итоге может привести эксперта к ошибочным выводам.

Механизм столкновения ТС (наезда автомобиля на препятствие), как физический процесс, происходит за очень короткий промежуток времени, поэтому его часто рассматривают как удар, и при исследовании механизма ДТП используют основные положения теории удара

[3, 4]. Моделирование процесса столкновения ТС с использованием выводов элементарной теории удара показало его малоэффективность, так как для определения скорости ТС эксперту необходимо знать величины коэффициентов восстановления соударяющихся автомобилей, которые практически невозможно установить расчётным путём [4].

При столкновении ТС (наезде на препятствие), кинетическая энергия автомобиля гасится в течение короткого промежутка времени, вследствие этого в месте контакта тел возникают мгновенные (ударные) силы, величина которых весьма значительна. Именно этим обстоятельством объясняется факт, что такого рода происшествия имеют гораздо более тяжкие последствия, чем другие виды ДТП. Так, при фронтальном столкновении легковых автомобилей ударные силы достигают 40000 кгс, а при столкновении автобусов и грузовых автомобилей они возрастают до нескольких сотен тысяч кгс [5]. Кинетическая энергия, высвобождаемая в процессе удара, определяется разницей квадратов скоростей автомобиля до столкновения и после него [5]:

$$\dot{A} = \frac{(m - \Delta m)(V_1^2 - V_2^2)}{2}, \quad (2)$$

где: m – масса ударяющегося автомобиля, кг;

Δm – часть массы автомобиля, не влияющая на изменение его кинетической энергии при ударе кг;

V_1 – скорость автомобиля в момент удара, м/с;

V_2 – скорость автомобиля после удара, м/с.

Для определения скорости автомобиля в момент удара необходимо прежде всего знать, какая часть его кинетической энергии, высвобождаемой при ударе, вызывает механические повреждения и превращается в потенциальную энергию пластического деформирования отдельных деталей и узлов автомобиля. В зависимости от вида ДТП, характера взаимодействия соударяющихся ТС и направления ударного импульса, эта энергия составляет [5]:

100 % – при лобовом ударе в жесткое и неподвижное препятствие;

90 % – при лобовом столкновении с однотипным автомобилем;

80 % – при центральном боковом ударе в однотипный автомобиль;

60 % – при ударе в три четверти передней части однотипного автомобиля;

40 % – при боковом нецентральной ударе.

Рассеяние оставшейся кинетической энергии происходит в основном за счет разворота и бокового скольжения автомобиля после контакта с препятствием. С позиции безопасности дорожного движения наиболее опасны, безусловно, ситуации, когда рассеяние энергии незначительно, т.е. случаи наезда автомобиля на неподвижное препятствие, лобовые и боковые центральные столкновения ТС. Однако при расследовании именно этих видов ДТП практически возможно расчетным путем определить скорость автомобиля в момент удара, поскольку кинетическая энергия, высвобождаемая в момент соударения не исчезает, а практически полностью трансформируется в потенциальную энергию деформации отдельных деталей и узлов автомобиля

(незначительной частью энергии, рассеиваемой в процессе деформации главным образом в виде теплоты, при этом пренебрегают):

$$E \approx U, \quad (3)$$

где U – потенциальная энергия деформации.

С учетом этого скорость автомобиля в кульминационный момент ДТП можно найти из выражения:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2U}{m - \Delta m} + V_2^2} \quad (4)$$

Поскольку расход энергии на разворачивание автомобиля после ДТП незначителен, то его скорость после удара V_2 , входящая в формулу (4), может быть определена исходя из энергетических затрат перемещения центра масс автомобиля после столкновения ТС (наезда на препятствие) [1]:

$$V_2 = \sqrt{19,5 \cdot \varphi_y \cdot S_{\text{ц.м.}}}, \quad (5)$$

где: φ_y – коэффициент сцепления шин с дорогой в поперечном направлении;

$S_{\text{ц.м.}}$ – длина траектории центра масс автомобиля после столкновения, м.

Таким образом, если при экспертном исследовании вещественных доказательств ДТП (деформированных деталей и узлов автомобиля) можно установить величину потенциальной энергии деформа-

ции, то начальная скорость автомобиля перед торможением в месте происшествия может быть определена по формуле:

$$V_a = 0,5t_3 j_i + \sqrt{2S_p j_i + \frac{2U}{m - \Delta m} + 19,5 \cdot \varphi_y \cdot S_{\text{д.и.}}} . \quad (6)$$

Следует отметить, что скорость автомобиля, определенная таким путем, будет являться минимально возможной. В зависимости от ситуации фактическая скорость автомобиля перед ДТП будет на 15-20 % больше расчетной.

Литература

1. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. – Л.: Лениздат, 1984. – 304 с.
2. Илларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1989.
3. Байков В.П., Киселев В.Б. Ударное взаимодействие транспортных средств при их столкновении // Науково-технічний вісник «Безпека дорожнього руху України». – №1(6). – 2000. – С. 81 – 96.
4. Определение скоростей после соударения автомобилей и применение теории тонкостенных стержней к расчету их конструкций / Жариков Е.У., Шкураков Л.В., Логвинов В.Б., Федорчук В.Е., Карпенко Е.К. / Юж.-Рос гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРТГУ, 2000. – 75 с.
5. Павловский Я. Автомобильные кузова. Пер. с польск. М.: Машиностроение, 1977. – 544 с.