



Лазарев Михаил Владимирович
старший эксперт Ульяновской
ЛСЭ, кандидат технических наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, ДОСТАТОЧНОЙ ДЛЯ ОПРОКИДЫВАНИЯ ДРУГОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В экспертной практике встречаются случаи, когда на разрешение автотехнического эксперта ставится вопрос об определении скорости транспортного средства, достаточной для опрокидывания другого транспортного средства при их столкновении. Методика решения данного вопроса изложена В.А. Бекасовым и др. в книге «Автотехническая экспертиза» [1]. В качестве примера там рассматривается столкновение трамвайного поезда, состоящего из трех вагонов, с автомобилем ГАЗ-51. Скорость определяется по подъему центра тяжести автомобиля, при этом в качестве методической основы решения вопроса используется закон сохранения энергии.

Однако имеющиеся в данном примере расчеты весьма сложны для их восприятия многими экспертами, особенно обучавшимися в средней школе и вузах после 1980 г. Так, масса трамвайного поезда в данной работе выражена в кгс • сек²/м, а вес выражен в килограммах. Размерность килограмм-сила-секунда в квадрате на метр (кгс ■ сек²/м), называемая технической единицей массы (т.е.м.) или инертной, применялась в системе единиц механических величин МКГСС, впервые предложенной в начале XX в. и часто называвшейся технической системой единиц. Одна техническая единица массы соответствовала 9,80665 кг. Техническая система единиц имела ряд недостатков: отсутствие эталона килограмм-силы; значительные погрешности воспроизведения единиц силы (значительно большие, чем при воспроизведении единицы массы): образование производных величин с участием веса вместо

массы, что приводило к частому смешению понятий «массы» и «веса»; ошибочное использование на практике обозначения «кг» вместо «кгс» и др.

Указанные недостатки системы МКГСС привели к тому, что на 9-й Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ), созываемой Международным комитетом мер и весов в Париже, было принято решение о категорическом отказе от системы МКГСС [4]. С 1 января 1980 г. был введен стандарт СЭВ 1052-78 «Метрология. Единицы физических величин» в качестве государственного стандарта СССР. В системе СИ масса тела измеряется в килограммах, а вес тела и сила - в ньютонах (Н). Производной единицей, применяемой для измерения работы и энергии, является Джоуль (1 Дж = 1 Н • м; 1 Н = кг • м/с²).

Взяв за основу предложенную В.А. Бекасовым методику расчета, проведем расчет скорости, при которой произойдет опрокидывание а/м ВАЗ-2110 при его столкновении с а/м ГАЗ-24 «Волга». При этом все величины параметров, входящих в расчетные формулы, принимаем в системе СИ. Расчет проводим из условия, что в автомобилях находились только водители (массу каждого из них принимаем равной 75 кг).

Также следует отметить, что одной из трудностей, с которой встречаются эксперты при решении данного вопроса, является отсутствие сведений о расположении высоты центра масс для автомобилей, не указанных в Приложении 3 «Свода» [5]: в издаваемых в открытой печати

технических справочниках этот параметр не указывается.

По информации научно-технического центра ОАО «АВТОВАЗ» (исх. № 30000-49/427 от 2 марта 2004 г., представлен в Ульяновскую ЛСЭ Минюста России в качестве ответа на запрос эксперта), центр масс автомобиля ВАЗ-2110 в снаряженном состоянии находится на высоте 550 мм от плоскости дороги и на расстоянии 1024 мм от оси передних колес. При полной нагрузке эти параметры соответственно 600 мм и 1201 мм. Из литературных источников, а также руководствуясь указанной выше информацией завода-изготовителя а/м ВАЗ-2110, находим:

$m_{a1} = 1020$ кг - снаряженная масса а/м ВАЗ-2110 [6]; с учетом массы водителя: $m_x = 1020 + 75 = 1095$ кг;

$A = 0,56$ м - расположение высоты центра масс а/м ВАЗ-2110 при наличии в нем водителя (в промежуточном массовом состоянии автомобиля координаты центра масс находятся в пределах приведенных значений);

$B = 1,37$ м - колея задних колес а/м ВАЗ-2110 [6];

$m_{a2} = 1420$ кг - снаряженная масса а/м ГАЗ-24 «Волга» [3]; с учетом массы водителя: $m_2 = 1420 + 75 = 1495$ кг.

У а/м ВАЗ-2110 расстояние от центра тяжести до точки контакта левого заднего колеса с дорогой (в проекции на поперечную вертикальную плоскость) составит:

$$X = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2} + h_g^2 = \sqrt{\left(\frac{1,37}{2}\right)^2} + 0,56^2 = 0,88 \text{ м.}$$

Опрокидывание автомобиля ВАЗ-2110 на левую боковую сторону произойдет при условии, если его центр масс, перемещаясь по радиусу $X = 0,88$ м относительно неподвижного в поперечном направлении левого колеса, окажется поднятым на высоту:

$$h = X - h_g = 0,88 - 0,56 = 0,32 \text{ м.}$$

Затраченная при этом работа а/м ГАЗ-2410 «Волга» на опрокидывание а/м ВАЗ-2110 будет равна:

$$A = m_1 \cdot g \cdot h = 1095 \cdot 9,81 \cdot 0,32 = 3437,4 \text{ Дж (Джоуль),}$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения.

С другой стороны, эта работа, как минимум, должна равняться кинетической энергии движущегося а/м ГАЗ-24 «Волга», чтобы при столкновении данный автомобиль мог опрокинуть а/м ВАЗ-2110 на бок. Кинетическая энергия определяется как половина произведения массы тела

Если исходить из условия, что вся кинетическая энергия а/м ГАЗ-24 «Волга» была израсходована на опрокидывание а/м

на квадрат его скорости:

$$E_k = \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2}.$$

ВАЗ-2110, т.е. $A = E_k$, то скорость движения а/м ГАЗ-24 «Волга» определится равной:

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot A}{m_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3437,4}{1495}} = 2,14 \text{ м/с, что соответ-}$$

ствует $\sim 7,7 \text{ км/ч.}$

Данное значение скорости получено из условия, что вся кинетическая энергия а/м ГАЗ-24 «Волга» была израсходована на опрокидывание а/м ВАЗ-2110. В действительности столкновения легковых автомобилей, при которых происходит опрокидывание одного из них, неизбежно сопровождаются образованием на них значительных механических повреждений: кузов легкового автомобиля никак не соответствует понятию «абсолютно твердое тело». Поэтому в рассматриваемом примере часть кинетической энергии а/м ГАЗ-24 «Волга» была затрачена на образование механических повреждений на обоих автомобилях. Определить затраты кинетической энергии, израсходованные на образование повреждений при столкновении автомобилей, не представляется возможным из-за отсутствия научно-разработанной и апробированной методики подобных исследований [2]. Поэтому полученное значение скорости 7,7 км/ч является явно заниженным, соответствующее случаю остановки автомобилей у места столкновения без образования на них механических повреждений. Таким образом, в рассматриваемом случае можно лишь утверждать, что скорость а/м ГАЗ-24 «Волга» была более 7,7 км/ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бекасов В.А. и др.* Автотехническая экспертиза. М.: Юрид. лит., 1967.
2. Судебная автотехническая экспертиза. Ч. 2. М.: ВНИИСЭ, 1980.
3. Краткий автомобильный справочник. М.: 1982. НИИАТ.
4. *Стоцкий Л.Р.* Физические величины и их единицы. М.: Просвещение, 1984.
5. Свод методических и нормативно-технических документов в области экспертного исследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий. М.: ВНИИСЭ, 1993.
6. Краткий автомобильный справочник. Т. 3. Легковые автомобили. Ч. 2; М.: Компания «Автополис-Плюс», НПСТ «Трансконсалтинг», 2004.