

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ OPEL ASTRA

Представленные Суду два варианта определения скорости автомобиля Opel Astra в Заключении эксперта № 17/3307-э и в Заключении специалиста № 311 основаны на различных методиках расчетах скорости по тормозному пути. При этом не учитываются потери кинетической энергии на соударение автомобилей и их перемещение после столкновения. В результате значения скорости автомобиля Opel Astra получаются заведомо заниженными и, в принципе, невозможными (см. отзыв на Заключение специалиста № 311 от 25 июля 2008 г.).

Для оценки реальной скорости автомобиля Opel Astra нами предлагается другие методы расчета по параметрам схемы и движения участников ДТП, установленным в материалах уголовного дела и протоколах судебных заседаний. При этом основным критерием обоснованности результатов расчетов становится возможность реализации самой схемы ДТП.

Другими словами, определяется минимальная скорость автомобиля Opel Astra, при которой становится возможным обгон автомобиля ВАЗ 21074, столкновение с автомобилем ВАЗ 21099 и его выброс на встречную полосу после столкновения на определенном расстоянии перед автомобилем ВАЗ 21074.

Первый метод (наиболее простой) позволяет определить **среднюю скорость** автомобиля Opel Astra с момента выезда на встречную полосу до момента столкновения и, вследствие этого, отпадает необходимость учитывать параметры торможения.

Второй метод учитывает параметры торможения в полном соответствии с методами, используемыми в Заключении эксперта № 17/3307-э. При этом становится возможным определить **начальную скорость** автомобиля Opel Astra в момент его выезда на встречную полосу.

МЕТОД № 1

Исходные данные для расчетов

где S_{op} – расстояние между местом выезда автомобиля Opel Astra на встречную полосу и местом его столкновения с автомобилем ВАЗ 21099;

V_{99} и V_{74} - скорости ВАЗ 21099 и ВАЗ 21074, соответственно;

L_1 - расстояние между автомобилями ВАЗ 21074 и Opel Astra в момент выезда последнего на встречную полосу;

L_2 - длина автомобиля ВАЗ 21074;

L_3 - расстояние между автомобилем ВАЗ 21074 и выброшенным на встречную полосу автомобилем ВАЗ 21099;

Δt - время «выброса» ВАЗ 21099 на встречную полосу после столкновения.

Рассчитываемые параметры

V_{op} - средняя скорость автомобиля Opel Astra с момента выезда на встречную полосу до момента столкновения;

t_{op} - времена с момента выезда Opel Astra на встречную полосу до момента столкновения;

Уравнения для расчета

$$S_{op} = V_{op} \cdot t_{op},$$

$$S_{op} - L_1 - L_2 - L_3 = V_{74} \cdot (t_{op} + \Delta t)$$

Суть этих двух уравнений заключается в том, что путь, пройденный автомобилем, равняется его средней скорости, умноженной на время. Первое уравнение составлено для автомобиля Opel Astra, а второе – для автомобиля ВАЗ 21074.

Подставляя исходные данные, и решая эту систему двух уравнений с двумя неизвестными, легко получить значения V_{op} и t_{op} , при которых реальная схема ДТП становится возможной.

Пример расчета

Подставляя следующие исходные данные, определенные на основании показаний свидетелей и участников ДТП,

$$V_{99} = V_{74} = 75 \text{ км/час} = 20,83 \text{ м/сек};$$

$$\Delta t = 0,7 \text{ сек};$$

$$L_1 + L_2 = 20 \text{ м};$$

$$L_3 = 10 \text{ м};$$

$$S_{op} = 80 \text{ м}$$

в систему уравнений и решая ее, получим следующие результаты:

$$t_{op} = 1,70 \text{ сек}; V_{op} = 47,06 \text{ м/сек} = 169,4 \text{ км/час.}$$

Таким образом, если бы V_{op} была ниже 169,4 км/час, то реальная схема ДТП оказалась бы просто невозможной. При этом следует учесть, что 169,4 км/час – это средняя скорость Opel Astra с момента его выезда на встречную полосу до момента столкновения. Если же учесть потерю скорости на участке 34,8 м, а также показания обвиняемой и ее сестры о том, что еще до выезда на встречную полосу обвиняемая экстренно тормозила, причем так, что это чувствовалось по натяжению ремней безопасности, то **начальная скорость Opel Astra была существенно выше.**

Примечание. Некоторые исходные данные, от которых зависят результаты расчетов, могут быть обоснованы (см. ниже) с недостаточной степенью точности, например, определены по показаниям свидетелей. Если в судебном заседании выяснится, что более обоснованными являются другие значения исходных параметров, то соответствующие результаты расчетов могут быть получены в течение нескольких минут.

МЕТОД № 2

Данный метод расчета отличается от предыдущего тем, что учитывается факт замедления движения автомобиля Opel Astra, вызванного экстренным торможением, боковым скольжением, либо иным действием, оставившим след на асфальте на участке длиной $S_{юз} = 34,8 \text{ м}$.

Считаем, что автомобиль Opel Astra с момента выезда на полосу встречного движения до начала замедления (до начала следа длиной $S_{юз} = 34,8 \text{ м}$) двигался с постоянной скоростью V_0 , проехал расстояние $(S_{op} - S_{юз})$ и затратил на это время t_0

$$t_0 = \frac{S_{op} - S_{юз}}{V_0} \quad (1)$$

На участке длиной $S_{юз}$ автомобиль Opel Astra двигался равнозамедленно. Замедление вызвано потерями кинетической энергии на трение скольжения колес об асфальт и не зависит от характера скольжения. Коэффициент сцепления колес принимаем равным $\varphi = 0,7$, что соответствует замедлению $6,8 \text{ м/с}^2$, принятому в Заключение эксперта, поскольку автомобиль, по утверждению свидетелей, не тормозил, его колеса не были заблокированы и коэффициент сцепления колес в боковом направлении в этом случае равен коэффициенту сцепления колес в продольном направлении.

Для определения времени t_1 , затраченного на преодоление пути $S_{юз}$ решим простейшее квадратное уравнение, полученное из формулы пути при равнозамедленном движении

$$S_{юз} = V_0 \cdot t_1 - \frac{\varphi \cdot g \cdot t_1^2}{2} \quad (2)$$

где $g = 9,81$ – ускорение свободного падения.

Решая уравнение, получим, что

$$t_1 := \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2 \cdot g \cdot \varphi \cdot S_{юз}}}{g \cdot \varphi} \quad (3)$$

Подставляя в уравнение

$$S_{op} - L_1 - L_2 - L_3 = V_{74} \cdot (t_0 + t_1 + \Delta t), \quad (4)$$

формулы (1) – (3) и известные значения исходных данных, получим:

$$50 = 20,83 \cdot \left(\frac{80 - 34,8}{V_0} + \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot 0,7 \cdot 34,8}}{9,81 \cdot 0,7} + 0,7 \right)$$

или:

$$35.42 = \frac{941.67}{V_0} + 3.03 \cdot V_0 - 3.03 \cdot \sqrt{V_0^2 - 477.94} \quad (5)$$

Решая полученное уравнение (5) с помощью системы компьютерной математики Maple, получим:

$$V_0 = 48.23 \text{ м/с} = 173.64 \text{ км/ч}$$

Таким образом, минимально возможная скорость автомобиля Opel Astra под управлением Яценко Л.Г. составляла более 173 км/ч, то есть Яценко Л.Г. превысила скорость более чем на 100 км/ч.

Время, от момента выезда Opel Astra на полосу встречного движения до его столкновения автомобилем Ваз 21099 равно 1,70 сек.

Скорость автомобиля Opel Astra в момент удара составила 43,0 м/с = 154,78 км/ч.

Путь, пройденный автомобилем Ваз 21099 от момента выезда автомобиля Opel Astra на полосу встречного движения до столкновения Ваз 21099 и Opel Astra равен 35,4 м, а от момента выезда автомобиля Opel Astra на полосу движения Ваз 21099 (за время $t_1 = 0,86$ сек) – 15,9 м.

Обоснование исходных данных для расчетов

1. Значение S_{op} определено в соответствии с показаниями свидетеля Ероховой А.Г., которая заявила, что место пересечения автомобилем Opel Astra двойной сплошной линии разметки находится в 10 ... 15 м от автобусной остановки в сторону перекрестка с дорогой на ст. Новодмитриевскую. Расстояние от этого места до места столкновения автомобилей Opel Astra и Ваз 21099 принято равным 80 м.

2. Значения V_{99} и V_{74} по показаниям свидетелей Хильдо Д.Я. и Мельничука И.А. приняты равными 75 км/час или 20,83 м/сек.

3. Значение L_2 - техническая характеристика автомобиля Ваз 21074, принято $L_2 = 4$ м.

4. Значение L_3 по показаниям свидетеля Мельничука И.А. равно 10 м;

5. Значение L_1 определялось с учетом противоречивых показаний разных свидетелей и следующего обстоятельства. Обгон автомобилем Opel Astra автомобиля Ваз 21074 без их столкновения при их сближении на расстояние менее 15 м сопровождался бы действием чрезмерной центробежной силы. Например, при сближении на расстояние 5 м на автомобиль Opel Astra при обгоне автомобиля Ваз 21074, без столкновения с ним, действовала бы центробежная сила около шести тонн! Понятно, что произошло бы с автомобилем Opel Astra при такой центробежной силе. И лишь в том случае, если минимальное сближение превышает 15 м, центробежная сила становится сопоставимой с весом автомобиля. Поэтому, с учетом показаний свидетеля Ероховой А.Г., принято $L_1 = 16$ м.

Примечание: указанное обстоятельство объясняет причину «заноса» и «неуправляемости» автомобиля Opel Astra при пересечении двойной сплошной линии разметки и движении по встречной полосе. Становится очевидным, что эти «занос» и «неуправляемость» являются следствием, а не причиной пересечения двойной сплошной линии разметки из-за действия центробежной силы при резком перестроении на большой скорости.

6. Оценка значения Δt производилась следующим образом:

Первоначально значение данной величины было принято равным $\Delta t = 0,7$ сек и были выполнены расчеты параметров ДТП по схеме, указанной выше. Далее на основании закона сохранения импульса, (рассматривались проекции импульса автомобилей Opel Astra и Ваз 21099 до и после их столкновения, на ось, перпендикулярную линиям разметки):

$$M_{op} V_{op}^* + M_{99} V_{99}^* = M_{99} V_{99}^{**} + M_{op} V_{op}^{**}, \quad (6)$$

Откуда
$$V_{99}^{**} = \frac{M_{op} V_{op}^* + M_{99} V_{99}^* - M_{op} V_{op}^{**}}{M_{99}} \quad (7)$$

Где $M_{op}=1260$ кг и $M_{99}=1600$ кг - массы автомобилей Opel Astra и Ваз 21099 с учетом веса пассажиров;

V_{op}^* и V_{op}^{**} - проекции скорости автомобиля Opel Astra до и после столкновения на ось, перпендикулярную линиям разметки;

V_{99}^* и V_{99}^{**} - проекции скорости автомобиля ВАЗ 21099 до и после столкновения на ось, перпендикулярную линиям разметки,

Движение автомобиля Opel Astra после столкновения можно считать равнозамедленным до полной остановки на расстоянии $S = 15,2$ м. Значение его начальной скорости после столкновения V_{op}^{nc} определяется по формуле:

$$V_{op}^{nc} = \sqrt{2 \cdot 0,7 \cdot 9,8 \cdot 15,2} = 14,44 \text{ м/сек} = 52 \text{ км/час}$$

Измеряя углы направления движения обоих автомобилей по схеме и фотографиям места ДТП, получим:

угол между линиями разметки и касательной к «следу юза» в точке его окончания составляет около 17° , следовательно, $V_{op}^* = \sin 17^\circ \cdot 37,5 = 10,1$ м/сек

угол между линиями разметки и касательной к положению оси автомобиля ВАЗ 21099 в момент столкновения определялся следующим образом. Автомобиль ВАЗ 21099 с момента выезда автомобиля Opel Astra на первую полосу до момента столкновения за время $t_1 = 0,76$ сек. успел проехать 15,9 м и оказался на пунктирной линии разметки между первой и второй полосами движения. Графическое построение его траектории позволяет считать, что этот угол составляет $13,5^\circ$, следовательно, $V_{99}^* = \sin 13,5^\circ \cdot 20,8 = 4,86$ м/сек

Направление движения автомобиля Opel Astra после столкновения можно приблизительно оценить по следу масла, четко видимого на видеозаписи. Из анализа этого следа, видно, что после столкновения Opel Astra двигался в том же направлении, с вращением вокруг своей вертикальной оси. Поскольку угол между направлением его движения и осью автодороги достаточно мал, мы можем принять его равным нулю $V_{op}^{**} \approx 0$, причем такое допущение ведет, в результате всех расчетов, к незначительному занижению скорости автомобиля Opel Astra и соответствует цели расчета в определении минимально-возможного значения скорости автомобиля Opel Astra.

Подставляя эти значения в формулу (6), получим:

$$V_{99}^{**} = \frac{1260 \cdot 10,1 + 1600 \cdot 4,3}{1600} = 14,76 \text{ м/сек}$$

Значение величины Δt можно определить по формуле, аналогичной формуле (3)

$$\Delta t = \frac{V_{99}^{**} - \sqrt{V_{99}^{**2} - 2 \cdot g \cdot \varphi \cdot S_{99}^*}}{g \cdot \varphi} = 0.70 \quad (8)$$

Примечание: поскольку величина Δt зависит от вычисленной скорости автомобиля Opel Astra, для ее более точного определения мы воспользовались хорошо известным методом последовательных приближений. Задав, например, $\Delta t = 0,5$ сек, мы вычислим начальную скорость автомобиля Opel Astra и $\Delta t = 0,87$ сек, как функцию этой скорости. На следующем шаге мы подставляем в наши уравнения вновь вычисленное значение Δt и так до тех пор, пока подставленное и вычисляемое значения Δt не совпадут. Полученное в результате значение величины Δt можно считать обоснованным. В результате таких дополнительных расчетов методом последовательных приближений мы и получили, что $\Delta t = 0.7$ сек.