

УДК 656.08

Е.Л. Стариков, *старший эксперт*

Научно-исследовательского экспертно-криминалистического центра при ГУВД Украины в Харьковской области

А.В. Сараев, *кандидат технических наук,*

доцент кафедры автомобилей Харьковского национального автомобильно-дорожного университета

СИНТЕЗ РАСЧЕТНОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МАНЕВРА АВТОМОБИЛЯ

Изложены результаты экспериментального исследования маневра автомобиля, проведено их сравнение с расчетными данными, даны рекомендации по применению существующих расчетных методик.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, экспертиза, маневр, исследование, расчет, эксперимент.

Викладено результати експериментального дослідження маневру автомобіля, проведено їх порівняння з розрахунковими даними, надано рекомендації щодо використання існуючих розрахункових методик.

The results of the pilot study to maneuver of cars are compared with theoretical calculations. Best practices of application of methods of calculation are outlined.

Как известно, следственный эксперимент какого-либо события (воспроизведение обстановки и обстоятельств события), в частности дорожно-транспортного происшествия (далее — ДТП), — это следственное действие, которое проводится для проверки показаний участников ДТП на месте его совершения. Кроме того, данное следственное действие является одним из способов получения исходных данных, необходимых для проведения автотехнической экспертизы. В некоторых случаях для участия в следственном эксперименте и установления таких исходных данных привлекается специалист, обладающий специальными техническими познаниями, используя которые, а также научно-технические средства он оказывает методическую помощь лицу, руководящему проведением следственного эксперимента. Методическая помощь заключается в том, что специалист, ознакомившись с обстоятельствами ДТП, устанавливает перечень исходных данных, которые необходимы и достаточны для проведения автотехнической экспертизы и решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить происшествие.

В общем виде методика решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП заключается в сравнении двух величин: необходимой для предотвращения ДТП и той, которой располагал водитель (например, сравнить расстояние, на котором находился автомобиль от места ДТП в момент возникновения препятствия, и расстояние, необходимое водителю для осуществления маневра и безопасного объезда препятствия).

Следует отметить, что установить действительную траекторию движения автомобиля при маневре не представляется возможным, так как невозможно точно установить, на какой угол и с какой скоростью водитель поворачивал рулевое колесо во время маневра. Но для решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем осуществления маневра это и не требуется. При решении данного вопроса эксперт должен установить, что было бы, если бы водитель автомобиля своевременно применил маневр.

Решение вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем маневра требует следующих исходных данных:

- коэффициент сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием при боковом скольжении — может быть принят по табличным данным, если задан тип и состояние дорожного покрытия (например, ДТП произошло на сухом асфальто-бетонном покрытии, на гололеде с россыпью песка и т. д.);

- скорость движения автомобиля в момент возникновения препятствия для движения;

- поперечное расстояние, на которое водитель должен был сместить (отклонить) полосу движения автомобиля, чтобы осуществить безопасный объезд препятствия. Данное расстояние может быть определено, исходя из расположения автомобиля относительно границ проезжей части в момент возникновения препятствия для движения, величины безопасного бокового интервала и расположения препятствия относительно границ проезжей части;

- расстояние, которым располагал водитель для предотвращения ДТП (может быть установлено экспериментально (например, объективная видимость неподвижного препятствия в темное время суток) либо определено расчетным путем, исходя из параметров движения автомобиля и препятствия);

- расположение, траектории и параметры движения других участников дорожного движения (если таковые имелись), которые располагались в районе места ДТП во время происшествия.

Исходя из вышеуказанных исходных данных, эксперт должен сначала исследовать сложившуюся дорожно-транспортную обстановку в целом и установить, имелась ли в данной дорожно-транспортной обстановке возможность безопасного объезда препятствия с учетом параметров движения препятствия, автомобиля, совершившего ДТП, и участников ДТП, а также других транспортных средств. Иными словами, исходя из взаимного расположения участников дорожного движения в момент возникновения препятствия и в момент ДТП, эксперт должен определить, мог ли автомобиль, совершивший ДТП, безопасно разъехаться со всеми участниками дорожного движения, которые находились в месте свершившегося в последующем ДТП. Например, если ширина дороги позволяла водителю автомобиля, совершившего ДТП, разъехаться с возникшим препятствием, но при

этом он совершил бы ДТП с другим участником дорожного движения, то следует сразу же сделать вывод об отсутствии у водителя технической возможности предотвратить происшествие. Если же ширина дороги позволяла водителю автомобиля, совершившего ДТП, объехать препятствие с безопасным боковым интервалом и безопасно разъехаться с другими участниками дорожного движения (например, с встречным автомобилем, группой пешеходов и т. д.), то экспертное исследование обстоятельств ДТП следует продолжить.

С точки зрения безопасности дорожного движения наиболее приемлемым маневром для предотвращения ДТП является маневр «смена полосы движения». При этом эксперт должен установить минимальное расстояние, которое было необходимо водителю автомобиля для безопасного объезда препятствия. Данное расстояние будет минимальным, если в процессе маневра автомобиль будет двигаться по минимально возможному в заданных дорожных условиях (критическому) радиусу, зависящему от коэффициента сцепления шин с поверхностью дороги, скорости движения автомобиля и конструктивных особенностей его шасси.

В настоящее время для проведения автотехнических экспертиз рекомендовано три расчетных методики исследования маневра:

1) методика, предложенная Н.М. Кристи в 1971 году в Методических рекомендациях по производству автотехнических экспертиз [1];

2) методика, предложенная В.А. Илларионовым в 1980 году в книге «Судебная автотехническая экспертиза» [2];

3) методика, предложенная В.А. Илларионовым в 1989 году в методическом письме для экспертов [3].

Ни одна из вышеуказанных методик исследования маневра автомобиля не отменяет и не опровергает другие. Все методики равноценны, поэтому выбор методики исследования маневра зависит от эксперта. Данное обстоятельство приводит к тому, что при определенных условиях выводы автотехнических экспертиз, проведенных по одним и тем же исходным данным, но по разным методикам, могут быть различны.

Если расчетным путем будет установлено, что минимальное расстояние, необходимое водителю автомобиля для предотвращения ДТП путем маневра, меньше расстояния, которым располагал водитель в момент возникновения препятствия для движения, то эксперт должен сделать вывод о том, что водитель автомобиля располагал технической возможностью предотвратить ДТП. В противном случае эксперт должен сделать противоположный вывод.

Для того чтобы избежать возможных противоречивых и неоднозначных выводов при исследовании маневра автомобиля, эксперты НИЭКЦ при ГУМВД Украины в Харьковской области и ученые Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (ХНАДУ) проводили многофакторные экспериментальные исследования с использованием легковых автомобилей и шин различных марок (рис.).

Экспериментальные исследования проводились с учетом требований ДСТУ 3310-96 к проведению испытаний на устойчивость движения автомобиля [4].

В результате проведенных исследований было установлено, что на горизонтальном участке дороги с сухим асфальтобетонным покрытием современный



Рис. Автомобілі категорії М1, учасники експерименту:
 ВАЗ-2111, ВАЗ-21099, Opel Corsa, Ford Mondeo

автомобіль категорії М1 (легковий) здатний виконати маневр «зміна смуги руху» на 3,5 м в сторону на відстані до перешкоди 12 м, рухаючись в середньому зі швидкістю, близькою до 57 км/ч (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати експериментальних досліджень
 маневру «зміна смуги руху» на сухому асфальтобетонному
 участку дороги горизонтального профіля**

Модель автомобіля / год випуску	Марка і розмір шин	Відстань для виконання маневру, м	Величина бокового зсуву автомобіля при маневрі, м	Максимальна швидкість автомобіля при маневрі, км/ч	
				порожній	завантажений
ВАЗ-2111/ 2005 г. в.	Planet Antel 175/70R13	12	3,5	52,4	52
ВАЗ-21099/ 2007 г. в.	Кама-205 ECO COMER 165/70R13	12	3,5	57,5	58
Ford Mondeo/ 2006 г. в.	KUMNO ESTA SPT 205/55R16	12	3,5	57	57
Opel Corsa/ 2011 г. в.	Continental Conti Eco Contact 185/65R15	12	3,5	63	63

Обработка результатов экспериментальных исследований позволила установить, что ни одна из расчетных методик маневра автомобиля не дает объективных результатов, которые соответствовали бы действительным параметрам, установленным при испытаниях.

Так, например, согласно расчетам, произведенным по методике (формулы 1, 2), предложенной Н.М. Кристи в 1971 году, наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 при заданной скорости 57 км/ч на расстоянии 12 м составляет 1,14 м [1]:

$$R_{np} = \frac{V_a^2}{127 * \varphi'} + 0,5 * B_a = \frac{57^2}{127 * 0,8} + 0,5 * 1,7 = 32,8(м), \quad (1)$$

$$y = 2 * R_{np} - B_a - \sqrt{(2 * R_{np} - B_a)^2 - S_m^2} = \\ = 2 * 32,8 - 1,7 - \sqrt{(2 * 32,8 - 1,7)^2 - 12^2} = 1,14(м), \quad (2)$$

- где: R_{np} — предельный (максимальный) радиус поворота внешней габаритной точки автомобиля по условию сцепления колес с дорогой, м;
 V_a — скорость движения автомобиля (57 км/ч);
 φ' — коэффициент сцепления колес с дорогой при боковом скольжении (0,8);
 B_a — габаритная ширина автомобиля категории М1 (1,7 м);
 S_m — расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра (12 м).

Согласно расчетам, произведенным по методике (формулы 3, 4, 5, 6, 7), предложенной В.А. Илларионовым в 1980 году, наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 при заданной скорости 57 км/ч на расстоянии 12 м составляет 0,5 м [2]:

$$t = \frac{3,6 * X_m}{V_a} = \frac{3,6 * 12}{57} = 0,758(с), \quad (3)$$

$$T = t, \quad (4)$$

$$\theta_{max} = \frac{g * 0,7 * \varphi * L}{(V_a / 3,6)^2} = \frac{9,81 * 0,7 * 0,8 * 2,8}{(57 / 3,6)^2} = 0,06, \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{(V_a / 3,6) * \theta_{max} * T * \left(1 - \cos\left(\frac{2 * \pi * t}{T}\right)\right)}{2 * \pi * L} = \quad (6)$$

$$= \frac{(57 / 3,6) * 0,06 * 0,758 * \left(1 - \cos\left(\frac{2 * 3,14 * 0,758}{0,758}\right)\right)}{2 * 3,14 * 2,8} = 0,$$

$$\begin{aligned}
Y &= \frac{V_a * t}{3,6} * \left[1 - 0,25 * \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right)^2 \right] * \sin \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right) - \\
&- \left(\frac{\theta_{\max}^2 * (V_a/3,6)^2 * T^2}{2 * \pi^2 * L} \right) * \left[1 - \frac{1}{6} * \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right)^2 \right] * \cos \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right) * \sin \left(\frac{2 * \pi * t}{T} \right) - \\
&- \left(\frac{\theta_{\max}^3 * (V_a/3,6)^3 * T^3}{64 * \pi^3 * L^2} \right) * \sin \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right) * \sin \left(\frac{4 * \pi * t}{T} \right) - \\
&- \left(\frac{\theta_{\max}^4 * (V_a/3,6)^4 * T^4}{1152 * \pi^4 * L^3} \right) * \left(3 * \sin \left(\frac{2 * \pi * t}{T} \right) - \sin \left(\frac{6 * \pi * t}{T} \right) * \cos \left(\frac{\theta_{\max} * (V_a/3,6) * T}{2 * \pi * L} \right) \right) = \\
&= \frac{57 * 0,758}{3,6} * \left[1 - 0,25 * \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right)^2 \right] * \sin \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right) - \\
&- \left(\frac{0,06^2 * (57/3,6)^2 * 0,758^2}{2 * 3,14^2 * 2,8} \right) * \left[1 - \frac{1}{6} * \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right)^2 \right] * \cos \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right) * \\
&* \sin \left(\frac{2 * 3,14 * 0,758}{0,758} \right) - \left(\frac{0,06^3 * (57/3,6)^3 * 0,758^3}{64 * 3,14^3 * 2,8^2} \right) * \sin \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right) * \sin \left(\frac{4 * 3,14 * 0,758}{0,758} \right) - \\
&- \left(\frac{0,06^4 * (57/3,6)^4 * 0,758^4}{1152 * 3,14^4 * 2,8^3} \right) * \left(3 * \sin \left(\frac{2 * 3,14 * 0,758}{0,758} \right) - \sin \left(\frac{6 * 3,14 * 0,758}{0,758} \right) * \cos \left(\frac{0,06 * (57/3,6) * 0,758}{2 * 3,14 * 2,8} \right) \right) = \\
&= 0,5 (м),
\end{aligned} \tag{7}$$

- где: t — время выполнения маневра (0,758 с);
 X_m — расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра (12 м);
 V_a — скорость движения автомобиля (57 км/ч);
 T — период (0,758 с);
 g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²);
 φ — коэффициент сцепления колес с дорогой (0,8);
 L — база автомобиля Форд Мондео 2006 года выпуска (2,8 м);
 θ_{\max} — максимально возможный угол поворота управляемых колес по условию заноса (0,06 рад);
 γ — величина курсового угла в конце маневра (0 рад).

В то же время согласно расчетам, произведенным по методике (формула 8), предложенной В.А. Илларионовым в 1989 году, наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 при заданной скорости 57 км/ч на расстоянии 12 м составляет 0,57 м [3]:

$$Y = \frac{16 * \varphi^2 * X_m^2}{V_a^2} = \frac{16 * 0,8 * 12^2}{57^2} = 0,57 (м), \tag{8}$$

- где: φ' — коэффициент сцепления колес с дорогой в поперечном направлении (0,8);
 X_m — расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра (12 м);
 V_a — скорость движения автомобиля (57 км/ч).

Таким образом, как показывают расчеты, расчетная величина поперечного смещения полосы движения автомобиля (0,5...1,14 м) в несколько раз меньше ее действительной величины (3,5 м). Наиболее точными являются результаты, полученные при расчете параметров маневра по методике Н.М. Кристи 1971 года (хотя относительная погрешность по сравнению с действительными параметрами маневра и составила 67,4 %). Наименее точные результаты получены при расчете параметров маневра по методике В.А. Илларионова 1980 года (относительная погрешность — 85,7 %). Занижение действительных значений величины отклонения (смещения) полосы движения автомобиля категории М1 при расчете их по существующим методикам объясняется тем, что расчетные методики экспертного исследования маневра создавались в эпоху эксплуатации автомобилей ГАЗ-21, ГАЗ-24, Москвич-412, «Победа», ВАЗ-2101 с классической заднеприводной компоновкой, недостаточной поворачиваемостью, зависимой задней подвеской, червячным рулевым механизмом, диагональной конструкцией шин, высоким расположением центра масс, при котором потеря устойчивости наступает по условию опрокидывания.

Современные легковые автомобили таких фирм, как BMW, Volkswagen, Toyota, Mercedes, Honda, Ford и многих других известных производителей Европы, Америки, Азии и Японии, способны значительно эффективнее выполнять маневр, чем советские автомобили конструкции 60—70 годов выпуска. Более эффективное маневрирование современных автомобилей достигается за счет применения переднеприводной компоновки, независимой подвески всех колес, реечного рулевого управления с усилителем, радиальной конструкции шин низкого профиля, внедрения электронных систем контроля курсовой устойчивости, низкого расположения центра масс, при котором потеря устойчивости наступает по условию скольжения колес.

Таким образом, если в результате расчета по одной из экспертных методик будет установлено, что водитель располагал технической возможностью осуществить безопасный объезд препятствия, то эксперт может сделать категорический вывод о наличии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем своевременного маневрирования. Ведь действительная величина, на которую водитель мог отклонить (сместить) полосу движения своего современного автомобиля, будет в 3—7 раз больше.

В противном случае, когда расчет покажет неэффективность использования маневра, эксперт не может сделать категорический вывод об отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем своевременного маневрирования. В этом случае возникает необходимость в проведении следственного эксперимента, цель которого — определение возможности безопасного объезда препятствия без потери устойчивости при установленной скорости движения автомобиля.

При этом следственный эксперимент следует проводить в таких же дорожных условиях, которые были на момент ДТП, а именно: тип дорожного покрытия и его состояние должны соответствовать тем, которые были в момент ДТП. При проведении следственного эксперимента должен использоваться автомобиль, участвовавший в ДТП, а при отсутствии такой технической возможности — автомобиль, аналогичной модели с аналогичным типом шин. Кроме того, следственный эксперимент желательно проводить в том же месте, где произошло ДТП. Для проведения экспериментальных заездов должен привлекаться водитель, имеющий достаточный стаж вождения (не менее трех лет). Лицо, которое руководит проведением эксперимента, должно принять меры к информированию других участников дорожного движения о проведении следственного эксперимента и ограничению доступа посторонних лиц и транспортных средств к месту проведения следственного эксперимента (как правило, для обеспечения безопасности привлекаются работники ГАИ).

При проведении непосредственно эксперимента скорость движения автомобиля увеличивается пошагово от заезда к заезду до тех пор, пока не будет достигнута скорость движения, указанная участниками ДТП, либо пока не возникнет потеря устойчивости движения по условию заноса (для легковых автомобилей). Начало заноса автомобиля фиксируется наблюдателем, который должен располагаться на безопасном расстоянии от полосы движения автомобиля.

Результаты следственного эксперимента заносятся в протокол в соответствии с требованиями процессуального законодательства. При необходимости ход проведения следственного эксперимента может фиксироваться при помощи фото- или видеосъемки.

Таким образом, при исследовании маневра современного автомобиля категории М1 в ходе автотехнической экспертизы предлагается использовать расчетный метод в сочетании с экспериментальным. Это поможет эксперту дать категорический вывод о наличии или отсутствии у водителя технической возможности избежать ДТП путем применения маневра. В свою очередь, это позволит следствию и суду избежать незаконного решения по делу о ДТП.

Список использованной литературы

1. Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.М. Кристи. — М. : ЦНИИЛСЭ, 1971. — 123 с.
2. Судебная автотехническая экспертиза / [под ред. Илларионова В.А.]. — М. : ВНИИСЭ, 1980. — Ч. 2. — 485 с.
3. Илларионов В.А. Расчет параметров маневра транспортных средств : методическое письмо для экспертов / Илларионов В.А., Чернов В.И., Дудашев Ф.А. — М. : ВНИИСЭ, 1989. — 38 с.
4. Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями : ДСТУ 3310-96. — [Чинний від 1997-01-01]. — К. : Держстандарт України, 1996. — 10 с.