

## ДОРОЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЯ CHERY TIGGO

Э.Х. Рабинович, доцент, к.т.н., В.П. Волков, профессор, д.т.н.,  
Е.А. Белогуров, аспирант, Р.А. Серга, студент, ХНАДУ

*Аннотация.* По выбегу автомобиля Chery Tiggo определен коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,383$  и коэффициент сопротивления качению шин 235/60 R16 100H GT Radial Champiro 128  $f = 0,0095$  и Federal Super Steel SS657  $f = 0,0143$ . Подтверждено описанное ранее расхождение реальной картины замедлений выбега с расчетной.

*Ключевые слова:* автомобиль, выбег, замедление, коэффициент аэродинамического сопротивления, коэффициент сопротивления качению, время.

## ДОРОЖНІ ВИПРОБУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ CHERY TIGGO

Е.Х. Рабінович, доцент, к.т.н., В.П. Волков, професор, д.т.н.,  
Є.О. Білогуров, аспірант, Р.А. Серга, студент, ХНАДУ

*Анотація.* За вибігом автомобіля Chery Tiggo визначено коефіцієнт аеродинамічного опору  $C_x = 0,383$  і коефіцієнт опору коченню шин 235/60 R16 100H GT Radial Champiro 128  $f = 0,0095$  і Federal Super Steel SS657  $f = 0,0143$ . Підтверджена описана раніше розбіжність реальної картини вповільнень вибігу з розрахунковою.

*Ключові слова:* автомобіль, вибіг, уповільнення, коефіцієнт аеродинамічного опору, коефіцієнт опору коченню, час.

## ROAD TEST OF CHERY TIGGO CAR

E. Rabinovich, assistant professor, cand. eng. sc., V. Volkov, professor, dr. eng. sc.,  
E. Belogurov, post graduate student, R. Serga, student, KhNAHU

*Abstract.* At road coast-down test of Chery Tiggo car aerodynamic drag  $C_d = 0,383$  coefficient and the coefficient of rolling resistance for tires 235/60 R16 100H GT Radial Champiro 128  $f = 0,0095$  and Federal Super Steel SS657  $f = 0,0143$  are defined. Confirmed the previously described discrepancies between the real slowdowns and calculated ones.

*Key words:* sedan Chevrolet Aveo, coast-down test, deceleration, time, coefficient of rolling resistance, aerodynamic drag coefficient.

### Введение и постановка задачи

В последние годы на мировой рынок, в том числе и украинский, все шире проникают китайские автомобили. Универсал Chery Tiggo поставляется в Украину из КНР, а в России выпускается под названием Vortex Tingo. В литературе нет сведений об аэродинамических свойствах этого автомобиля, как

и об экономичности применяемых на нем шин. Однако эти данные нужны для расчета линейных норм расхода топлива, а также параметров дорожного диагностирования. Следует определить их независимыми испытаниями, не дожидаясь рекламных сообщений изготовителя.

## Анализ публикаций

Известен метод определения сопротивлений движению по выбегу, описанный, например, в [1]. Однако он рекомендован лишь до скорости 100 км/ч, до которой сопротивление качению обычно считают постоянным. Мы предложили усовершенствование, позволяющее использовать и более высокие скорости [2]. Дорожные испытания часто осложняются действием ветра. В статье [3] предложен метод расчета, учитывающий действие ветра. Эти работы создают необходимое методическое обеспечение для решения поставленной задачи.

## Объект эксперимента

Испытан переднеприводный универсал Chery Tiggo T11 производства КНР с двигателем Shenyang Mitsubishi 4G63 2,0 л и штатными шинами Champiro 128 235/60 R16 100H M+S индонезийской фирмы GT Radial (радиус качения  $R_k=333$  мм, момент инерции колеса с шиной  $1,60 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  – по нашему расчету). Снаряженная масса автомобиля 1375 кг, масса с испытателями и оборудованием в первом эксперименте  $m = 1625$  кг, во втором – 1562 кг. Пробег на день первых испытаний 89 тыс км, вторых – 108 тыс км. Во втором эксперименте использованы шины Super Steel SS657 235/60 R16 100H тайваньской фирмы Federal.

## Условия и ход эксперимента

Выбранная для испытаний дорога, идущая по дамбе водохранилища, имеет два участка: длинный протяженностью 1,7 км, направленный примерно с запада на восток (азимут  $98^\circ$ ) и короткий – 0,7 км, азимут  $43,4^\circ$  (северо-восток) – рис. 1. Покрытие – асфальтобетон поверх бетонных плит, состояние хорошее. Оба участка строго горизонтальны.

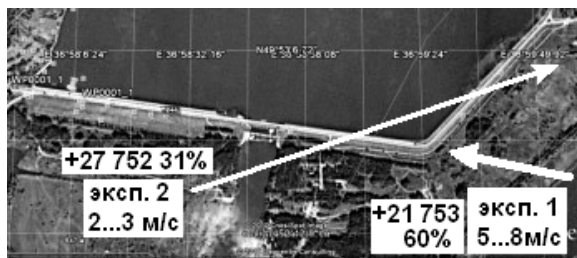


Рис. 1. Место и условия проведения эксперимента

Эксперименты выполнялись дважды, 26.06.10 и 18.05.11. При погодных условиях, указанных на рис. 1, плотность воздуха, рассчитанная по формуле Международного бюро мер и весов, составила в первом эксперименте  $1,16 \text{ кг/м}^3$ , во втором – 1,18.

Перед началом мерных заездов проводилась градуировка спидометра с помощью приемника GPS модели Magellan Triton 300. В обоих экспериментах получены практически линейные градуировочные графики; погрешность спидометра составила соответственно 4,91 и 5,01% – за 11 месяцев характеристика спидометра изменилась пренебрежимо мало.

Заезды проводились в двух направлениях: на восток («туда») и на запад («обратно»). За один заезд «туда» выполнялись на длинной плотине два разгона до 60 км/ч с последующим выбегом до полной остановки либо разгон до 110...120 км/ч с выбегом до 60 км/ч. Затем проводили один выбег с 40...60 км/ч на короткой плотине. В направлении «обратно» выполнялись такие же заезды, но в обратном порядке. Ограниченная длина плотины не позволяла за один раз выполнить разгон до 120 км/ч и последующий выбег до полной остановки.

В ходе заездов регистрировались параметры процессов разгона и выбега путем видеозаписи движения стрелки спидометра цифровым фотоаппаратом Canon Power Shot A700 с частотой 30 кадров в секунду. Видеозаписи затем обрабатывали на компьютере в программе VirtualDub – находили в режиме покадрового просмотра моменты прохождения стрелкой спидометра делений на шкале.

## Результаты первого эксперимента

Весьма заметный ветер (5 м/с, в порывах до 8) был направлен практически вдоль длинной плотины и под углом  $57^\circ$  к короткой, поэтому влияние его было разным.

На короткой плотине (рис.2) при движении по ветру замедление было мало, длины дороги не хватало для выбега до полной остановки, приходилось снижать скорость начала выбега до 50 км/ч; выбеги против ветра можно было начинать с 60 км/ч (скорости указаны по спидометру).

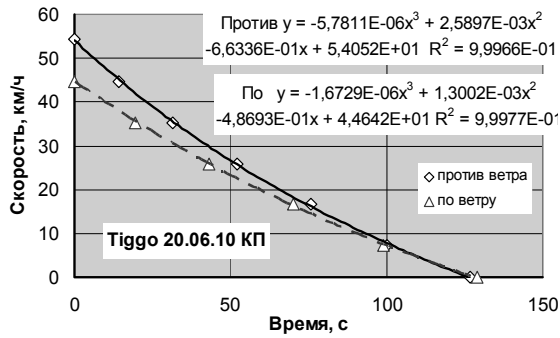


Рис. 2. Выбег на короткой плотине

Ограниченная длина дороги вынуждала менять режимы заездов и на длинной плотине, в частности, выбеги со скоростями 140-150 км/ч (рис. 3) приходилось прерывать на 120 км/ч, а выбеги до полной остановки (рис. 4) можно было начинать с 70 км/ч в заездах по ветру, против ветра – со 100 км/ч.

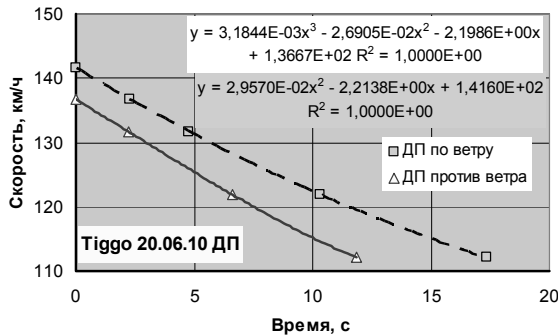


Рис. 3. Выбег на длинной плотине с высокой скорости

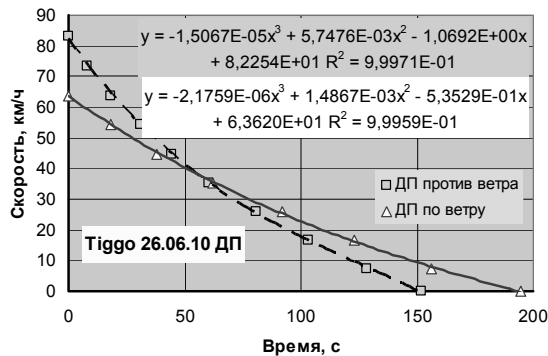


Рис. 4. Выбег на длинной плотине до полной остановки

По данным о выбегах на длинной плотине рассчитаны замедления и вычислены по методике [3] значения коэффициента аэродинамического сопротивления ( $C_x = 0,384$ ) и коэффициента сопротивления качению  $f = 0,0095$ . Данные о выбегах на короткой плотине можно использовать для оценки

влияния поперечного ветра на тангенциальную составляющую сопротивления воздуха.

## Результаты второго эксперимента

Ветер был довольно слаб (2-3 м/с) и направлен практически под одинаковыми углами к длинной и короткой плотине, поэтому влияние его на процессы выбега было одинаковым и пренебрежимо малым. Это позволило усреднить результаты всех 27 заездов и построить общую диаграмму (рис.5).

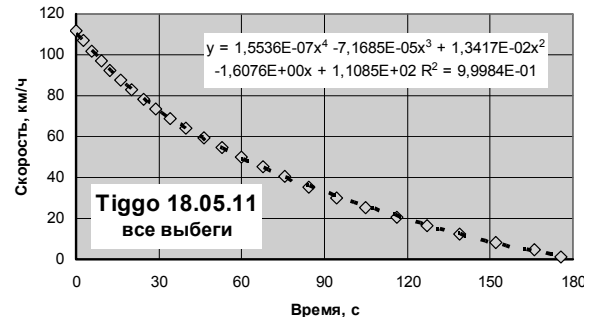


Рис. 5. Выбеги во втором эксперименте

Расчет по методике [2] дал значение  $C_x = 0,383$ , очень близкое к полученному в первом эксперименте. Это говорит, что методика расчета  $C_x$  и  $\psi$ , изложенная в [3], действительно верна. Коэффициент сопротивления качению шин Federal составил  $f = 0,0143$  – близко к верхнему значению для шин скоростных категорий Н и выше [1].

Зависимость замедления выбега от скорости, рассчитанная по полученным значениям  $C_x$  и  $f$ , несколько отличается от экспериментальной (рис.6). Характер последней весьма близок к полученным нами ранее [4] диаграммам для многих автомобилей, в том числе и для кроссоверов, к которым Chery Tiggo близок по внешней форме.

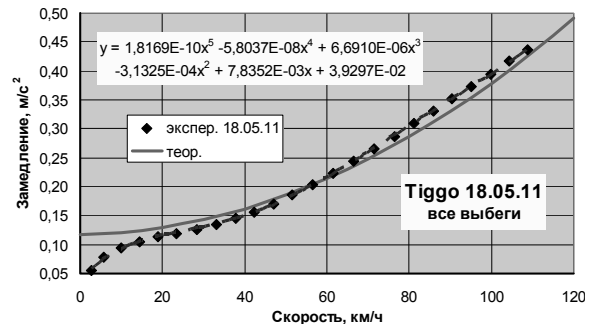


Рис. 6. Зависимость замедления свободного выбега от скорости

Эта зависимость получена обработкой результатов 27 заездов в прямом и обратном направлениях, против ветра и по ветру, на разных участках дороги, так что вряд ли ее конфигурацию можно объяснить неучтенным действием ветра или случайных факторов.

Это очередной раз подтверждает необходимость уточнения общепринятой математической модели сопротивлений движению автомобиля.

### Контрольные значения времени выбега

Значения времени выбега для практического пользования рассчитаны при указанных  $C_x$  и  $f$  с учетом формы зависимости, показанной на рис. 6, для двух характерных случаев проверки: автомобиль с водителем (1450 кг) и автомобиль полной массы (1850 кг) – табл. 1.

Таблица 1 Контр. значения времени выбега автомобиля Chery Tiggo от 120 км/ч до скорости  $V$

Скорость $V$ , км/ч						
100	80	60	50	40	20	0
Автомобиль с водителем, 1450 кг						
11,0	25,0	43,6	55,6	70,0	106,1	164,7
Автомобиль полной массы, 1850 кг						
13,1	29,4	50,6	64,0	79,8	118,4	179,3

Чтобы узнать контрольное значение времени выбега, например, от 100 до 60 км/ч, нужно из значения для 60 км/ч вычесть значение для 100: 43,6 – 11 = 32,6 с.

### Оценка тяговой характеристики переднеприводного автомобиля Chery Tiggo с двигателем 2,0

В ходе экспериментов выполнялись разгоны на IV передаче ( $u_{IV} = 1,03$ ) при полной подаче топлива от 60 до 140 км/ч в первом эксперименте и до 120 км/ч во втором. По ускорению разгона вычислялась преодолеваемая сила инерции, по замедлениям выбега – сумма сопротивлений. Тяговая сила рассчитывалась как сумма этих двух значений. В качестве расчетной принималась тяговая сила, вычисленная по результатам испытаний автомобиля Mitsubishi Galant с таким же двигателем, проведенных шведским институтом Rototest [5]. Результаты показаны на рис. 7.

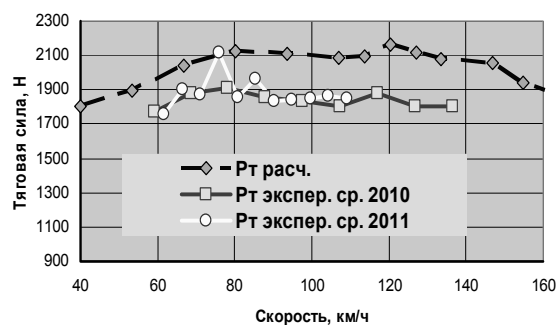


Рис. 7. Тяговые характеристики автомобиля Chery Tiggo с двигателем 2,0

### Выводы

Расчет времени выбега автомобиля традиционными методами дает значения, хорошо сходящиеся с экспериментальными результатами, если правильно подбирать значения коэффициентов сопротивлений. В то же время реальная картина процесса сложнее традиционного описания (рис. 7). Реальная кривая не является следствием погрешностей эксперимента, мы получали такую же картину, анализируя результаты чужих испытаний [7]. Поэтому нужны дальнейшие исследования сопротивлений движению автомобиля.

### Литература

1. BOSCH. Автомобильный спр. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
2. Рабинович Э.Х. Определение сопротивлений движению автомобиля методом однократного выбега / [Рабинович Э.Х., Кемалов З.Э., Сосновый А.В.] / Автомобильный транспорт: сб. науч. трудов.– Х.: ХНАДУ.-2008.– вып. 22.-С. 46-48.
3. Расчет коэффициентов сопротивления движению по выбегу автомобиля при наличии ветра / Волков В.П., Рабинович Э.Х., Белогуров Е.А. [и др.] // Автомобильный транспорт: Сб. науч. трудов.– Х.: ХНАДУ.-2009.– вып. 24.-С. 36-40.
4. Сопротивление движению легкового автомобиля при выбеге / [Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Е.А. Белогуров [и др.] / Автомобильный транспорт: Сб. науч. трудов.–Харьков, ХНАДУ.-2010.– вып. 26. — с. 53-58
5. Powertrain Performance Graphs - Rototest Research Institute / [www.rrt.se/index.php](http://www.rrt.se/index.php)

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ

Статья поступила в редакцию 05.10.2011