

АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

УДК 625.032.821:629.3.018.7

ДОРОЖНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ
С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

**В.П. Волков, профессор, д.т.н., Э.Х. Рабинович, доцент, к.т.н.,
Ю.В. Зыбцев, инженер, ХНАДУ**

Аннотация. Показано, что из-за особенностей работы АКП диагностировать автомобиль Honda Civic 4d по разгону можно в режиме S, но не в режиме ручного управления АКП. При длине горизонтального участка дороги около 500 м следует выполнять разгон от 60 до 100 или 120 км/ч, выбег – от 50 или 40 км/ч до 20 км/ч.

Ключевые слова: Honda Civic 4d, дорога, диагностирование, разгон, выбег, эксперимент.

ДОРОЖНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ
З АВТОМАТИЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ

**В.П. Волков, професор, д.т.н., Е.Х. Рабінович, доцент, к.т.н.,
Ю.В. Зибцев, інженер, ХНАДУ**

Анотація. Показано, що через особливості АКП діагностувати автомобіль Honda Civic 4d за розгоном можна в режимі S, але не в режимі ручного керування АКП. За довжини горизонтальної ділянки дороги близько 500 м слід використовувати розгін від 60 до 100 або 120 км/год, вибіг – від 50 чи 40 км/год до 20 км/год.

Ключові слова: Honda Civic 4d, дорожнє діагностування, розгін, вибіг, експеримент.

ROAD DIAGNOSING OF THE CAR WITH AUTOMATIC TRANSMISSION

**V. Volkov, Professor, Doctor of Technical Science, E. Rabinovich, Associate Professor,
Candidate of Technical Science, Y. Zybtssev, engineer, KhNAHU**

Abstract. Because of the way of automatic transmission functioning it is possible to diagnose Honda Civic 4d by acceleration in the mode S, but not in the manual mode. When the length of the horizontal section of the road is about 500 meters, acceleration test should be executed from 60 to 100 or 120 km/h, coast-down test - from 50 or 40 km/h to 20 km/h.

Key words: Honda Civic 4d, road diagnosing, acceleration, coast-down, experiment.

Введение

Общее диагностирование автомобиля по разгону и выбегу на дороге затруднено отсутствием горизонтальных участков большой длины. Поэтому в работе [1] предложено проводить разгоны на понижающих передачах, а выбеги – с малых скоростей. Эксперимент на седане Volkswagen Passat B4 с меха-

нической коробкой передач показал, что это возможно на III и II передачах, но не на I [2].

Анализ публикаций

Многие легковые автомобили оснащены автоматическими коробками передач (АКП). Такие автомобили можно испытывать на разных передачах, если их АКП выполнены с

функцией ручного управления (Tiptronic и т.п. [3]). В противном случае проводят испытания в режиме Drive (D) и регистрируют время разгона либо от нуля до ряда заданных скоростей, либо в общепринятом режиме проверки эластичности двигателя, например, от 60 до 100 или от 80 до 120 км/ч (эластичность – свойство двигателя, позволяющее увеличивать и снижать скорость автомобиля, работая только педалью газа без переключения передачи, а также ездить с малой скоростью на повышенных передачах; оценивается коэффициентом приспособляемости по моменту [4]).

АКП имеют еще ряд особенностей, заметно влияющих на управление автомобилем [5].

Цель и постановка задачи

Цель исследования – повысить экономичность и надежность легковых автомобилей путем регулярного диагностирования тягово-скоростных свойств на дороге. Задача настоящей статьи – проверить возможность оценки технического состояния автомобилей с АКП таким методом.

Описание эксперимента

Эксперимент проведен 01.09.2012 г. с 9:30 по 12:30 на дороге, идущей по дамбе водохранилища. Она имеет два участка: длинный – около 1700 м, направленный примерно с запада на восток (азимут 98°), и короткий – 720 м, азимут $43,4^\circ$ (северо-восток). Покрытие – асфальтобетон поверх бетонных плит, состояние хорошее. Оба участка строго горизонтальны (рис. 1).

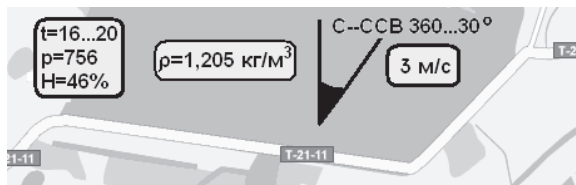


Рис. 1. Схема дороги и погодные условия

Автомобиль – седан Honda Civic 4d (модель 2006 г.). Двигатель – 4-цилиндровый, бензиновый, SOHC i-VTEC MPI; 1,8 л (104 кВт при 6300 мин^{-1} , 166 Нм при 4200 мин^{-1}), привод передний, АКП (передаточные числа: I – 2,666; II – 1,534; III – 1,022; IV – 0,721; V – 0,525; главной пары 4,437). Снаряженная масса автомобиля по взвешиванию на весо-

вом устройстве тормозного стенда Beissbarth BD600 – 1330 кг. Общая масса участников эксперимента и оборудования 375 кг. Суммарная масса – 1705 кг. Шины – Continental ContiPremium Contact 2 205/55 R16 91V. Коэффициент учета вращающихся масс при выбеге – 1,029. Коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x = 0,31$, лобовая площадь $F = 2,14 \text{ м}^2$ [6].

Кривая крутящего момента двигателя [7] дополнена результатами испытаний шведской исследовательской организации Rototest Research Institute (RRI) [8] – рис. 2. Кривая RRI отражает и потери в трансмиссии, поскольку крутящий момент измерялся на ступицах ведущих колес, а затем пересчитывался к коленчатому валу с учетом передаточных чисел.

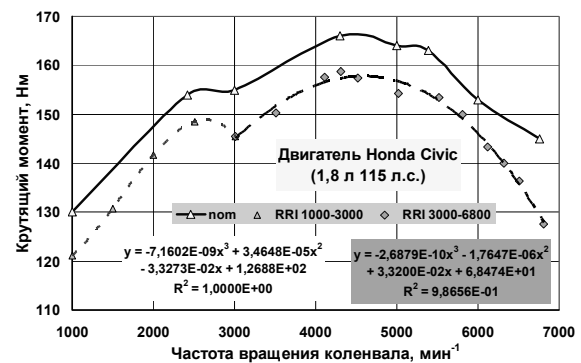


Рис. 2. Кривые крутящего момента двигателя

Процессы разгона и выбега регистрировались путем видеозаписи спидометра и стандартного барьерного ограждения с шагом стоек $4,0 \pm 0,01$ м. Его можно использовать как разметку дороги, отчетливо видную на видеозаписях. Спидометр проградуирован по видеозаписи ограждения (рис. 3).

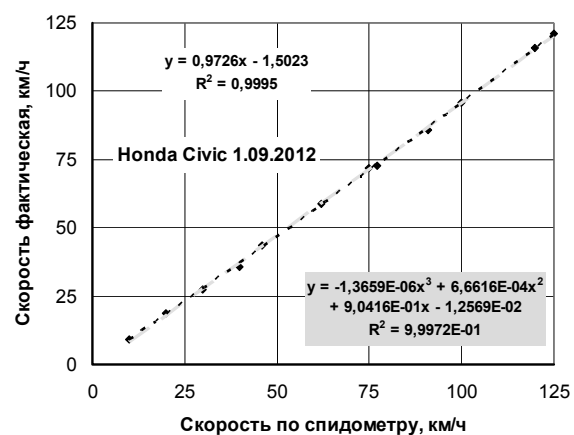


Рис. 3. Градуировка спидометра по разметке дороги

Параллельно ручным приемником GPS Magellan Triton 300 записывали трек.

Заезды проводились в двух направлениях: на восток и на запад. Водитель разгонял автомобиль при полной подаче топлива и в момент достижения нужной скорости подавал звуковой сигнал, а сидящий рядом руководитель эксперимента громко объявлял содержание заезда, например: «Разгон с 60 на D, длинная плотина, на восток, одиннадцать двадцать три». Также звуковым сигналом фиксировался момент остановки автомобиля – по спидометру его установить невозможно.

Эта информация, записанная на звуковой дорожке, помогает идентифицировать видеоклипы и синхронизировать записи с двух видеокамер. Значения времени определялись по обработке видеозаписей спидометра, значения пути – по обработке видеозаписей ограждения дороги.

Попытка выполнять разгоны на разных передачах с использованием функции Tiptronic не удалась – АКП самопроизвольно переключалась в режим D. Такой недостаток свойственен автоматическим трансмиссиям вообще. Это отмечали испытатели-эксперты [9], под-

тверждают и пользователи автомобилей с АКП.

Нестабильная работа АКП заставила отказаться от разгонов на разных передачах в режиме ручного управления и ограничиться режимами D (Drive) и S (Sport).

Видеозаписи в форматах .mts и .mp4 обрабатывали на компьютере в универсальном видеоредакторе AVS VideoEditor, в формате .avi – в монтажной программе VirtualDub: находили в режиме покадрового просмотра моменты начала и конца индикации одной и той же скорости и строили диаграмму $V(t)$, относя значения скорости к середине участка времени от начала до конца индикации. По видеозаписям ограждения строили графики пути $S(t)$, которые затем сглаживали полиномами 3-й или 4-й степени и далее численно дифференцировали, получая диаграммы скорости $V(t)$ и замедления $j(V)$.

Диаграммы группировали по месту и направлению заездов (длинная или короткая плотина, на восток или на запад). Усредненные значения времени выбега на длинной плотине приведены в табл. 1.

Таблица 1 Время достижения скорости V (км/ч) при выбеге, с, и путь, м

V , спид.	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
V , град.	115,2	105,5	95,8	86,0	76,3	66,6	56,9	47,1	37,4	27,7	17,9	8,2	0
t туда	0	7,1	16	24	35	46	59	74	91	111	133	162	185
t обр.	0	5,3	13	22	32	44	58	73	90	111	133	158	183
Время средн.	0	6,2	15	23	34	45	58	73	91	111	133	160	184
Путь средн.	0	190	427	644	874	1105	1333	1549	1751	1932	2073	2171	2199

Влияние ветра оказалось пренебрежимо малым (время выбега по ветру от 120 км/ч до остановки составило 184,8 с, против ветра – 183,4 с). Поэтому данные выбегов в обоих направлениях были усреднены (рис. 4), нужные для дальнейших расчетов участки – аппроксимированы полиномами 4-й степени, уравнения аппроксимации приведены на диаграмме.

По сглаженным полиномам значениям скорости рассчитаны диаграммы замедления $J(V)$ на нужных участках (рис. 5), а по ним уточнены коэффициенты сопротивления воздуха и качения с учетом рекомендаций работы [6].

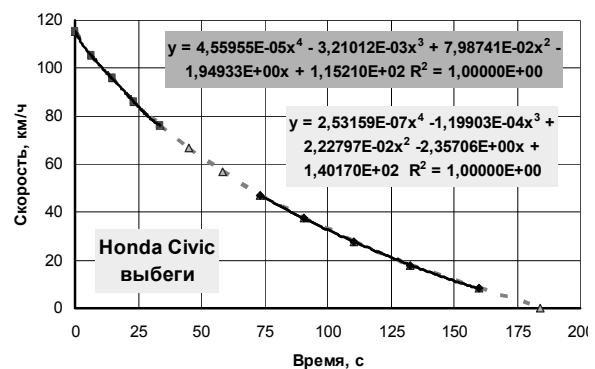


Рис. 4. Усредненная экспериментальная диаграмма выбегов на длинной плотине

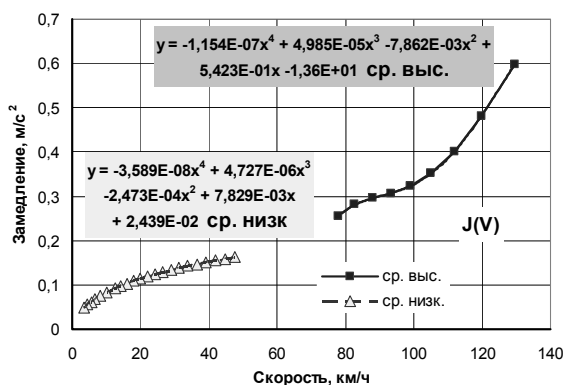


Рис. 5. Усредненные зависимости замедления выбега от скорости

При $V_1 = 105$ км/ч и $V_2 = 34-39$ км/ч получено $C_x = 0,351-0,352$, $f = 0,0125-0,0126$. Как указано в [10], на дороге сопротивление воздуха на 5–10 % больше, чем в аэродинамической трубе. Если считать, что значение 0,31 истинно, то на дороге может быть $0,31 \times (1,05-1,1) = 0,33-0,34$. Расхождение невелико и в пределах данного исследования несущественно. Коэффициент сопротивления каче-

нию 0,0125 вполне реален для шин класса ECO фирмы Continental – (0,0086–0,0125) [11]. Результаты обработки данных разгона представлены в табл. 2 и проиллюстрированы на рис. 6. Заметное различие времени разгона в разных заездах вызвано в основном непостоянством момента переключения со второй передачи на третью. В рассматриваемых заездах оно происходило при оборотах 5300, 5000 и 5450 (соответствующие скорости автомобиля 87, 81 и 89 км/ч – среднее значение 86 км/ч). В других случаях обороты в момент переключения составляли 5500, 5000, 5250, 6200, 4650.

Эти особенности работы АКП отмечают специалисты фирмы Honda Motor [5]:

«Момент переключения передач в автоматической коробке зависит от скорости автомобиля, нагрузки на двигатель, от того, плавно или резко вы нажимаете на акселератор».

Таблица 2 Время достижения скорости V (км/ч) при разгоне в режиме D , с, и соответствующий путь, м

V , спид.	60	70	80	90	100	110	120	80-120
V , град.	56,8	66,6	76,3	86,0	95,8	105,5	115,2	
Клип	Время, с							
4500	0	1,8	3,4	5,4	7,8	10,76	13,32	9,92
4502	0	1,8	3,56	6,4	9,16	11,88	15,24	11,68
4503	0	1,44	3,24	5,44	8,08	10,96	15,44	12,20
Средн.	0	1,61	3,48	5,75	8,26	11,15	14,67	11,19
	Путь средний, м							
Средн.	0	35,8	77,2	125,9	184,6	257,9	403,8	326,6

Чем раньше происходит это переключение, тем дольше длится разгон после него. Полученное наименьшее значение времени разгона от 60 до 100 км/ч 7,8 с соответствует крутящему моменту двигателя, пониженному до 90%. В двух тестах «Авторевю» это время составило 6,7 и 6,8 с, но там автомобиль был легче на 50 кг и, предположительно, имел меньшую загрузку – 180 кг против 375 в нашем тесте. Похожа и картина разгонов от 80 до 120 км/ч. На этом диапазоне скоростей обязательно происходит переключение на III передачу. Наилучшее достигнутое время – 9,92 с, что соответствует тому же крутящему моменту 90 %. В тестах «Авторевю» это время несколько меньше: 8,6 с и 9,3 с.

Описанная особенность работы АКП резко усложняет нормирование времени разгона от

60 до 100 км/ч. Можно было бы ограничить разгон диапазоном, например, 60–80 км/ч, чтобы проводить диагностирование только на участке II передачи. Однако при этом заметно сокращается разница в длительности разгона при крутящем моменте по ВСХ (4,0 с) и пониженном на 15% – 4,85 с (это мы считаем предельным ухудшением). Столь малая разница уже сравнима с погрешностью ручной засечки времени, и рекомендовать такую проверку массовому пользователю нельзя.

Вероятно, следует воспользоваться рекомендациями специалистов и проводить диагностирование с резким нажатием на педаль акселератора. Но первая опытная проверка показала, что и в таком варианте наблюдается большая нестабильность моментов переключения и скоростей.

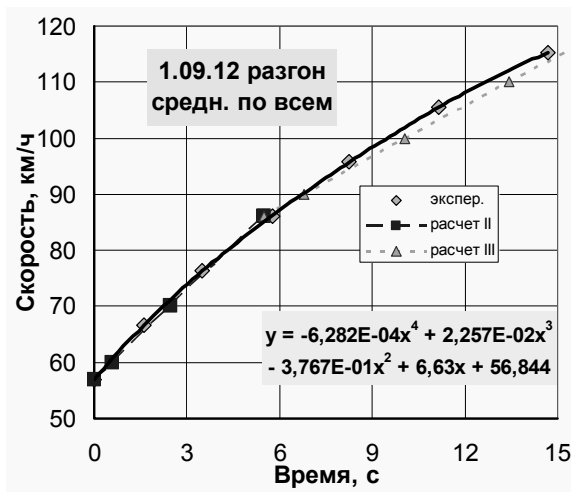


Рис. 6. Усредненная диаграмма разгона

Несколько более устойчивые результаты дал разгон в режиме S – хоть разброс и велик, но чаще всего переключение происходило между 4900 и 5100 мин⁻¹ со средней 5030 мин⁻¹ при скоростях от 79 до 86 км/ч со средней 82,7 км/ч. Расчетные значения времени разгона от 60 км/ч для случая переключения на 82,7 км/ч приведены в табл. 3. Если фактически переключение будет происходить, например, при скоростях 79 или 86 км/ч, абсолютная ошибка составит 0,6–0,8 с, относительная – около 4 %.

Таблица 3 Расчетное время разгона от 60 км/ч до скорости V, с (при переключении со II передачи на III на скорости 82,7 км/ч)

V, км/ч	60	90	100	110	120
Me 100 %	0	5,12	8,10	11,15	14,35
Me 95 %	0	5,45	8,64	11,92	15,38
Me 90 %	0	5,55	8,82	12,18	15,72
Me 85 %	0	6,24	9,97	13,85	17,97

Другой возможный вариант решения проблемы – регистрировать визуально обороты в момент переключения и сравнивать полное время разгона с расчетным для соответствующего случая.

Следует также учитывать, что блок управления АКП анализирует стиль езды водителя (по интенсивности ускорений и т.п.) и, в зависимости от него, меняет алгоритм переключения передач. При агрессивном стиле вождения передачи будут переключаться на более высоких оборотах и быстрее, а при спокойном – наоборот [5]. В нашем случае пользователь тестового автомобиля ездит спокойно. Возможно, этим и объясняются особенности работы его трансмиссии.

Возвращаясь к главной проблеме дорожного диагностирования – отсутствию длинных горизонтальных участков, – отметим, что для разгона в режиме D или S действительно нужен небольшой мерный участок (табл. 2).

Более серьезные требования предъявляет выбег. Обычно считают, что выбег с 50 км/ч до остановки должен быть не менее 500 м. В нашем эксперименте средний выбег с 50 км/ч составил 649,7 м. Однако значительная часть территории Украины и Европейской части России имеет холмистый рельеф, на автодорогах постоянно чередуются подъемы и спуски, трудно найти горизонтальный участок длиной более 500 м. Но в работе [12] рекомендовано ограничиваться выбегом до 20 км/ч. При этом исключается участок 20–0 км/ч, дающий большую вариацию. По данным описываемых испытаний размах, т.е. разность между наибольшим и наименьшим значениями результатов наблюдений, резко возрастает на малых скоростях (табл. 4).

Средний путь выбега от 50 до 20 км/ч составил 524 м, от 40 до 20 км/ч – 322 м.

Таблица 4 Размах результатов измерения времени выбега на разных скоростях, с

Диапазон скоростей	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
Размах	0,8	1,8 4	1,4 0	0,7 6	3,9 2	9,4 8

Описанный эксперимент не решил всех задач и даже поставил новые. Тем не менее он позволяет сделать определенные выводы.

Выводы

Проверка автомобиля Honda Civic d4 (2006) с АКП по разгону на фиксированных передачах не удается.

Проверка в режиме Drive осложнена произвольными переключениями АКП со II передачи на III. В режиме S разброс моментов переключения заметно меньше. Необходимо дополнительно исследовать разные режимы разгона, а также рассчитать нормативы времени для разгона с переключением при разной частоте вращения коленвала.

Требуемая длина горизонтального участка дороги при разгоне в режиме Drive от 60 до 120 км/ч не превышает 500 м.

Диагностирование автомобиля Honda Civic d4 по выбегу следует проводить со скорости 50 или 40 км/ч до 20 км/ч. В последнем случае время будет вполне ощутимым (42,3 с), а путь – около 320 м. Такой отрезок горизонтальной дороги найти несложно.

Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля Honda Civic d4 (2006), определенный методом выбега на дороге, составляет около 0,35 при лобовой площади 2,14 м² и массе автомобиля с четырьмя участниками эксперимента 1705 кг.

Литература

1. Рабинович Э.Х. Измерение тягово-скоростных показателей автомобиля по времени разгона на разных передачах. / Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Ю.В. Зыбцев // Український метрологічний журнал. – 2012. – №4. – С. 47–52.
2. Волков В.П. Уточнение методики диагностирования автомобиля по выбегу / В.П. Волков, Ю.В. Зыбцев, В.И. Ярмак // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Автомобіля та тракторобудування». – 2012. – № 64(970) – С. 36–42.
3. Технические вопросы : АКПП : Tiptronic / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.deksclub.ru/автофорум.
4. Современный двигатель: мощность или крутячий момент? WKR Russland / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wkr-chiptuning.com/advice1.htm>
5. Некоторые советы по управлению автомобилем с автоматической коробкой передач / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.hondamotor.ru/userhelp/at/at2.shtml.
6. Измерение аэродинамического сопротивления движению автомобиля дорожным методом / Рабинович Э.Х., Волков В.П., Белогуров Е.А., Никитин Д.В. // VIII Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. «Метрологія–2012», 9–11 жовтня 2012 р. – Х.: ННЦ «Інститут метрології», 2012. – С. 390–393.
7. 2006 Honda Civic: Powertrain [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.k-series.com/content.php?557-2006-Honda-Civic-Powertrain>
8. RRI.SE / Powertrain Performance Graphs. Honda Civic 1.8 -06 (103 kW) / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rri.se/popup/performancegraphs.php?ChartSID=822>
9. Цыпленков Я. Эпоха перемен / Я. Цыпленков, Л. Голованов // Авторевю. – 2007. – № 8 (379).
10. Петрушов В.А. Мощностной баланс автомобиля / В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов. – М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.
11. BOSCH. Автомобильный справочник. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
12. Статистический анализ сопротивлений движению легкового автомобиля при выбеге / Волков В.П., Рабинович Э.Х., Белогуров Е.А., Кондратьев Э.А. // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія «Машиноприладобудування та транспорт». – Севастополь, 2012. – Випуск 13/2012. С. 16–19.

Рецензент: В.И. Клименко, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 07 июня 2013 г.