

## Изследване разхода на гориво на хибриден автомобил в извънградски условия на движение

Иван Евтимов, Росен Иванов, Явор Иванов, Христо Станчев

*A study of fuel consumption of a hybrid car in non-urban movement. The paper presents the results for the fuel consumption of the hybrid car Toyota Yaris in non-urban conditions. The motion on a non-urban route, including inter town, town passages and highway parts is investigated.*

**Key words:** Fuel consumption, Hybrid car, Non-urban motion.

### ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години основен приоритет на редица автомобилни компании и научни екипи са алтернативни варианти за задвижване на автомобилите, които да премахнат енергийната зависимост от изчерпаемите енергоизточници, като петрола и природния газ. Един от тези нови варианти на задвижване на автомобилите, който през последните години все повече се усъвършенства и произвежда в няколко модела [1, 5], е хибридният автомобил. Редица изследвания доказаха, че хибридният автомобил има редица предимства пред бензиновия и дори пред дизеловия, в градски условия за движение [2, 3, 4].

Целта на настоящия доклад е да се изследва разхода на гориво на хибриден автомобил „Toyota Yaris“ в извънградски условия на движение.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Първият масов хибриден автомобил се появи през 1997 год. и оттогава корпорацията „Тойота“ е продала над 3 млн., с което е спомогнала за намаляване замърсяването на въздуха с на 18 млн. тона въглеродни емисии [5].

Изследването е извършено с хибриден автомобил „Toyota Yaris“. Основните технически характеристики на хибридният автомобил са [6]:

- модификация – 1,5 HSD (75 Hp + 61 Hp) Hybrid;
- мощност на електрическата система - 61 Hp;
- мощност на ДВГ - 75 Hp;
- капацитет на батерията - 0.94 kWh.

Разходът на гориво е определян за движение извънградски маршрут „Русе-Варна-Златни пясъци“ и обратно (фиг. 1). Маршрутът включва движение по първокласния път Русе – Шумен и по автомагистрала от Шумен до Варна. Изборът на маршрут е направен с оглед съчетанието от движение по междуградски пътища, автомагистрала и в населените места, през които се преминава. Той е разнообразен профил - изкачване, спускане и равнинни терени. Дължината на маршрута приблизително 212 km.

Преминат е по два пъти в различни дни, през различен часов интервал от светлата част на деня. Първото преминаване е извършено с трима пътника и включен климатик, а второто преминаване - с четирима.

Получените резултати за средната скорост на движение за целия маршрут, времето за изминаване и среден разход на гориво по маршрута са обобщени в табл. 1.

Средните разходи на гориво за отделните участъци (градски, извънградски и автомагистрала) от маршрутите на движение при първото и второто им преминаване са обобщени в табл. 2.



Фиг.1. Маршрут на движение „Русе – Варна - Златни пясъци“ [7]

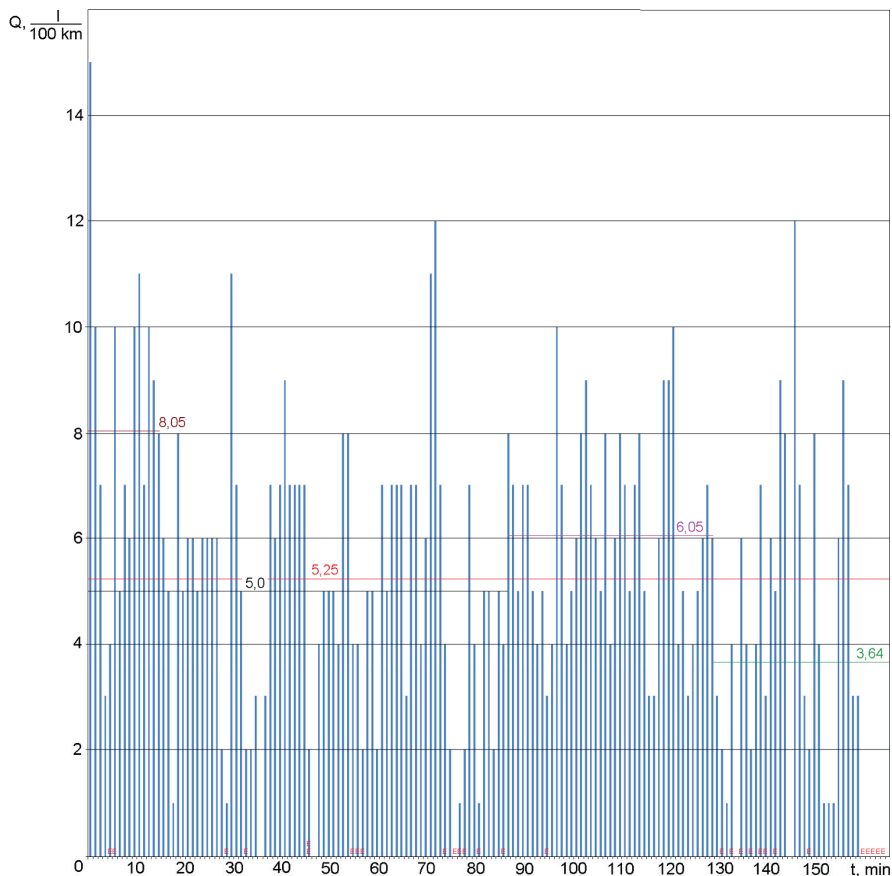
Таблица 1  
Средна скорост на движение  $V$ , време за изминаване  $t$  и среден разход на гориво  $Q$ , при преминаването по маршрутите

Маршрути на движение Режими	Първо преминаване			Второ преминаване		
	$V$ , km/h	$t$ , min	$Q$ , l/100 km	$V$ , km/h	$t$ , min	$Q$ , l/100 km
„Русе – Варна - Златни Пясъци“	77,1	165	5,25	73	169	5,24
„Златни Пясъци – Варна - Русе“	78,4	163	5,10	70,39	185	4,89

Таблица 2  
Среден разход на гориво  $Q$ , l/100km, при първото и второто преминаване на хибридният автомобил по маршрутите

Маршрути на движение Участъци от маршрутите	„Русе - Варна - Зл. пясъци“		„Зл. пясъци - Варна - Русе“	
	Първо преминаване	Второ преминаване	Първо преминаване	Второ преминаване
В гр. Русе	8,05	8,35	2,78	2,95
Русе – Шумен (Шумен – Русе)	5,00	4,73	4,52	4,55
По автомагистралата	6,05	5,68	6,49	6,04
В гр. Варна и к. к-с „Зл. пясъци“	3,64	4,62	6,06	5,19

По време на опитите е регистриран и текущият разход на гориво през 1 минута. Резултатите, в графичен вид, са показани на фиг. 2, 3, 4 и 5 за първото и второто преминаване на маршрута.



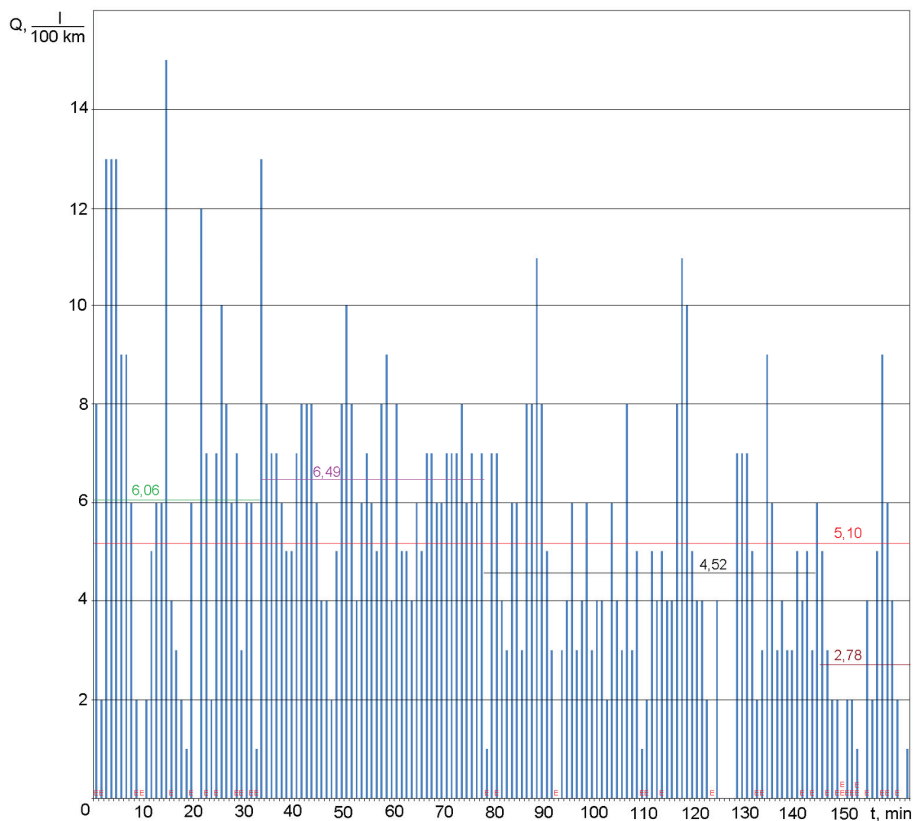
Фиг. 2. Текущ и среден разход на гориво за движението по маршрута „Русе – Варна - Златни пясъци“ при първото преминаване

## АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

От фигурите се вижда, че разходът на гориво в различните части от маршрута се изменя в широки граници (виж табл. 2).

Високият разход на гориво при излизане от град Русе се дължи на продължителния наклон на изкачване по бул. „Христо Ботев“ и участието на двигателя с вътрешно горене при преодоляването на надлъжния наклон при изкачване.

По първокласния път Русе - Шумен и в двете посоки е регистриран разход на гориво близък до средния за целия маршрут.

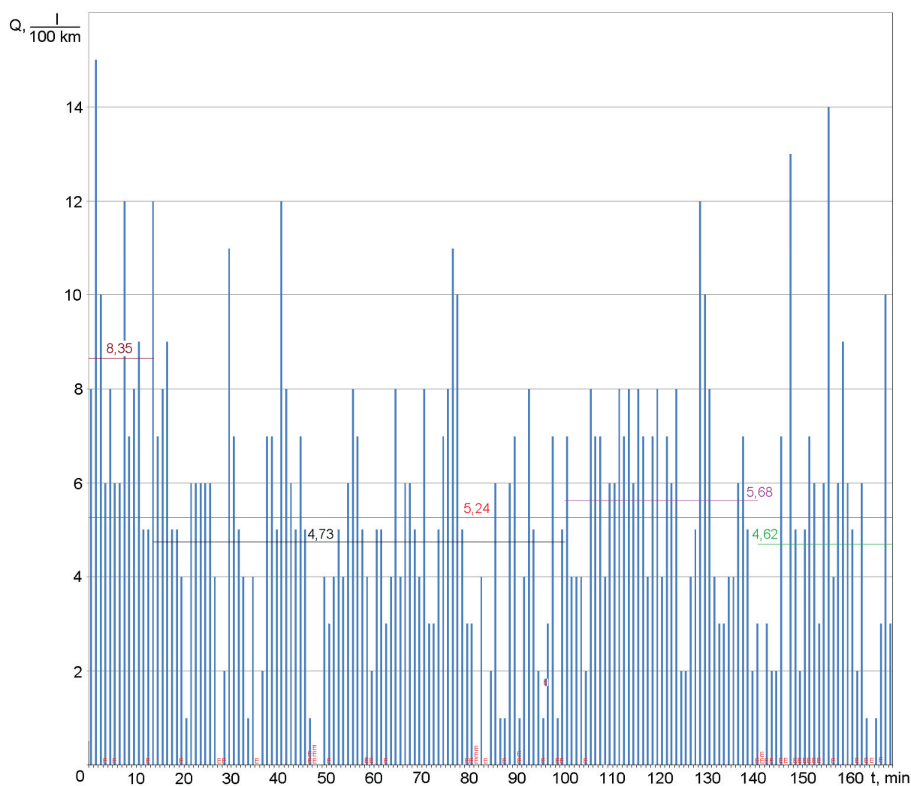


Фиг. 3. Текущ и среден разход на гориво за движението по маршрута „Златни пясъци – Варна - Русе ” при първото преминаване

В участъците, изминати по автомагистралата се забелязва покачване на средния разход на гориво. Дължи се на движението на хибридният автомобил със сравнително постоянна и висока скорост ( $120\div 130\text{ km/h}$ ). Задвижването в тези условия се осъществява само чрез двигателя с вътрешно горене, а общото съпротивление при движение е увеличено.

Ниският среден разход на гориво в посока град Варна - Златни пясъци се дължи на характерния релеф на маршрута (преобладаващи спускания) и ниската скорост на движение в градски условия на автомобила, при което по-рядко се използва двигателят с вътрешно горене, има значително регенериране на енергията и задвижването е основно чрез енергия от електрическата батерия. В обратната посока, при преминаване на същия участък е регистриран значително по-голям разход (табл. 2), тъй като преобладава изкачването.

Най-ниският разход на гориво, под  $3\text{ l}/100\text{ km}$ , е постигнат при влизане в град Русе. Надлъжният профил на пътя включва продължителни спускания, при което двигателят с вътрешно горене не работи, регенерира се енергия и се зарежда електрическата батерия. Въпреки това, на светофарите, при потегляне се наблюдават големи пикове в моментния разход на гориво.

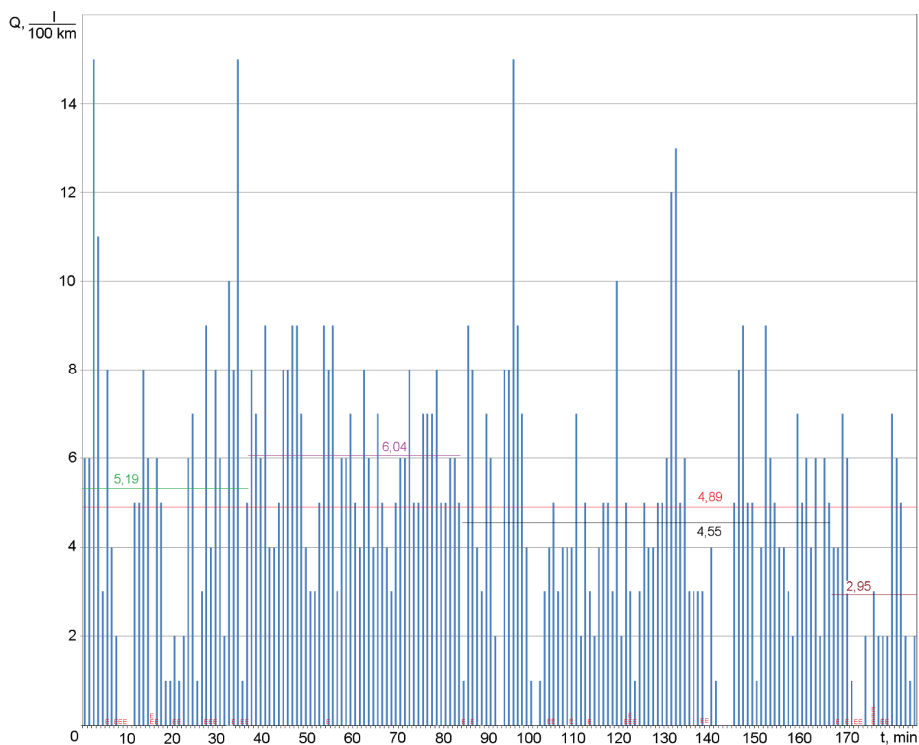


Фиг. 4. Текущ и среден разход на гориво за движението по маршрута „Русе – Варна - Златни пясци“ при второто преминаване

При второто преминаване на обратния маршрут Варна – Русе бе изминат с включен режим „ECO Mode“. Въпреки, че натоварването е с един пътник повече, с използването на този режим е постигнат по-нисък разход на гориво в участъка „Златни пясци – Варна“ с почти  $1 \text{ l}/100 \text{ km}$ , а по магистралата от Варна до Шумен с около  $0,5 \text{ l}/100 \text{ km}$ . Средният разход на гориво за целия маршрут при двете преминавания е съизмерим - разликата е 4%. Използването на режима „ECO Mode“ компенсира превозването на още един пътник.

В извънградски условия средният разход на гориво на хибридният автомобил не се различава съществено от този на класическия автомобил на същия производител  $5,4 \text{ l}/100 \text{ km}$  за смесен цикъл. Или ефектът от хибридната система в случая е почти нулев.

Получените резултати показват, че средният разход на гориво за маршрута е значително по-висок от посоченията каталожна стойност от производителя (виж табл. 1 и 2). Разликите достигат 40-50 %. Причина за това вероятно е разликата в ритъма на движение извън града и по автомагистрала, отколкото заложеното в европейския цикъл, при които са снемани данните на завода-производител.



Фиг. 5. Текущ и среден разход на гориво за движението по маршрута „Златни пясъци - Варна - Русе“ при второто преминаване

По-малкото използване на двигателя с вътрешно горене понижава разхода на гориво на хибридния автомобил в градски условия, като по този начин се намалява средния разход на гориво за целия маршрут на движение.

Означението „Е“ на фиг. 2, 3, 4 и 5 при движение по различните маршрути показва, че електродвигателят е работил през това време в режим на генератор и акумулаторната батерия през същото време се е зареждала.

## ИЗВОДИ

От проведеното изследване и получените резултати може да се направят следните изводи:

1. В реални извънградски условия, хибридният автомобил показва с 40-50% по-голям разход на гориво от каталожния посочен от производителя.

2. Измереният разход на гориво на хибридния автомобил за целия маршрут е приблизително равен на каталожния разход на съпоставими по мощност модели на същия производител.

3. Използването на режим „ECO Mode“ в извънградски условия намалява разхода на гориво с около 4 % за изследвания маршрут, основно поради движението в населени места, където се използва основно електрическото задвижване от максимално заредената извън населените места батерия. В този режим хибридният автомобил се ускорява по-плавно и това причинява известни неудобства извън населените места и особено при изкачване на наклони.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Авторите изказват своята благодарност на фонд "Научни изследвания" на Русенския университет, проект № 2014-ФТ-01, с чиято финансова помощ е проведено това изследване.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1]. Евтимов И., Иванов Р. Електромобили. Русе, Издателски комплекс при Русенския университет "Ангел Кънчев", 2011, ISBN 978-954-712-521-6.

[2]. Chris Manzie, Harry Watson, Saman Halgamuge. Fuel economy improvements for urban driving: Hybrid vs. intelligent vehicles. Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of Melbourne, Vic. 3010, Australia, Transportation Research Part C 15 (2007), p. 1-16.

[http://www-07.ibm.com/innovation/au/think/traffic/pdf/hybrid\\_vs\\_intelligent\\_vehicles.pdf](http://www-07.ibm.com/innovation/au/think/traffic/pdf/hybrid_vs_intelligent_vehicles.pdf)

[3]. Jeremy Mattson. Use of Alternative Fuels and Hybrid Vehicles by Small Urban and Rural Transit Systems. Transportation Institute

North Dakota State University, 2012, p.95

<http://www.ugpti.org/pubs/pdf/DP250.pdf>

[4]. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Ali Emadi. Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles. Fundamentals, Theory and Design. Second Edition. ISBN 978-1-4200-5398-2. CRC Press. 2010.

[5]. Toyota е лидер при хибридните автомобили. <http://automedias.investor.bg/a/0-nachalo/12382-toyota-e-lider-pri-hibridnite-avtomobili/>

[6]. [www.auto-data.net](http://www.auto-data.net)

[7]. [www.bgmaps.com](http://www.bgmaps.com)

### **За контакти:**

проф. д-р Росен Иванов, катедра „Двигатели и транспортна техника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: [rossen@uni-ruse.bg](mailto:rossen@uni-ruse.bg)

доц. д-р Иван Евтимов, катедра „Двигатели и транспортна техника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: [ievtimov@uni-ruse.bg](mailto:ievtimov@uni-ruse.bg)

маг. инж. Явор Иванов, докторант, катедра „Двигатели и транспортна техника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: [yivanov@uni-ruse.bg](mailto:yivanov@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**