

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ПАРАМЕТРИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА АСИНХРОННО ЗАДВИЖВАНЕ НА ЕЛЕКТРОМОБИЛ**

**Владислав Бойновски, Иван Миленов, Румен Стоицев**

[v.boynovski@gmail.com](mailto:v.boynovski@gmail.com), [mlenov55@abv.bg](mailto:mlenov55@abv.bg)

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”**

**гр. София, ул. „Гео Милев” 158**

**РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** електромобили, електрически задвижвания, асинхронни двигатели

**Резюме:** Все по-строгите екологични норми и изисквания към отделяните от автомобилите емисии правят електромобилите все по-популярни, тъй като те се разглеждат като нулево емисионни превозни средства. Освен изискванията за екология все повече се обръща внимание и на високите изисквания към динамичните и икономични показатели на автомобилите. Тези показатели зависят от параметрите на задвижващата система. В доклада са представени резултати от направено експериментално изследване върху техническите параметри и характеристики на асинхронно задвижване на електромобил. Изследването е направено на конвертиран от бензинов в електрически автомобил Renault Kangoo, задвижван от асинхронен двигател с векторно управление и оборудван с измервателна апаратура. Проведени са измервания в реални пътни условия при различни режими на движение: ускорение, движение по инерция, равномерно движение, рекуперативно спиране, движение при различен профил на пътя и др. При тези режими на движение е направено измерване на: моментните стойности на тока, напрежението и мощността на двигателя, въртящия момент, оборотите, разхода на енергия и рекуперираната енергия. Чрез използване на GPS технология е направен запис на измерени основни величини: изминат път, скорост, време, надморска височина, хоризонтален и вертикален профил на пътя и др. Построени са механичната, скоростната и КПД - характеристика. Направен е анализ на получените данни.

### **УВОД**

В началото на новия 21 век се появила голям брой прогнози за това, че при електромобилите може да се очаква бързо техническо развитие и че те ще се превърнат в алтернатива на класическите автомобили. Тези прогнози се оказаха верни и многобройни научно изследователски и производствени колективи се включиха в остра конкурентна надпревара. Бяха разработени концептуални модели, единични експериментални образци и прототипи на електромобили, които трябваше да

демонстрират и докажат възможностите на съвременния електромобил. Първите резултати макар и много обещаващи показаха и основните пречки пред бъдещото развитие на тези транспортни средства, а именно: сравнително малък пробег за един заряд на акумулаторната батерия, продължително време, необходимо за заряд на батерията, необходимост от голям брой зарядни станции и високата цена. В следващите години усилията бяха насочени към преодоляване на тези недостатъци и вече може да се твърди, че това е постигнато. Пробегът на серийно произвежданите сега електромобили е около 400 км., пълен заряд може да стане за по-малко от 30 мин., броят на зарядните станции бързо расте, а цените на новите модели електромобили падат. Пътят пред тези транспортни средства изглежда открит, но научните изследвания и техническите разработки вървят с пълна сила. Фирмите се борят за своето място на очертаващия се огромен пазар, надпреварвайки се с времето. Техническите новости в тази област станаха ежедневие. Нараства броят на изследванията, свързани с динамичните и икономичните свойства на електромобилите. Тези показатели зависят от параметрите на задвижващата система и са основния предмет на този доклад. [1, 2, 5]

## ИЗЛОЖЕНИЕ

В доклада са представени резултати от направено експериментално изследване върху техническите параметри и характеристики на асинхронно задвижване на електромобил. Изследването е направено на конвертиран от бензинов в електрически автомобил Renault Kangoo, задвижван от асинхронен двигател с векторно управление и оборудван с измервателна апаратура. Проведени са измервания в реални пътни условия при липсата на трасе-полигон, важен елемент за всеки автомобилостроител. Трасето, на което е проведено експерименталното изследване е дадено на фиг. 1.



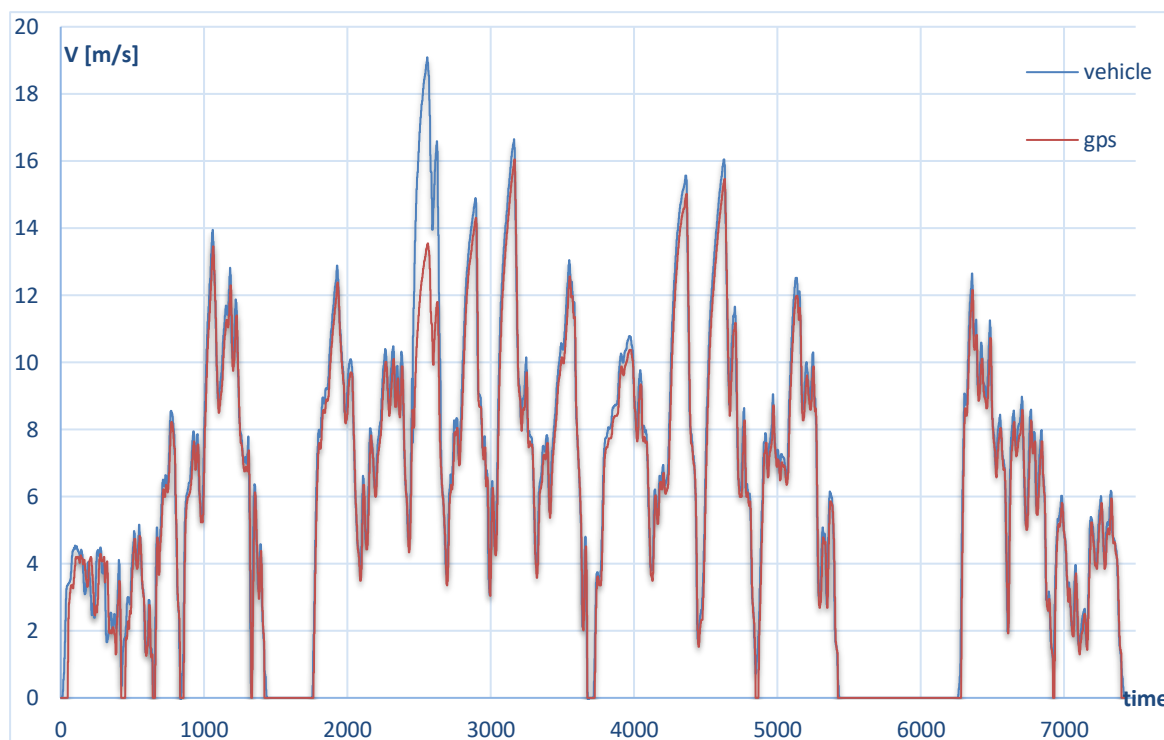
Фиг. 1. Изпитвателно трасе и запис от измерванията

Използваната GPS технология позволява да бъде направен запис и измерени основни величини – изминатият път, скоростта, времето, надморската височина, хоризонталния и вертикален профил на пътя и др.

Скоростта на електромобила е измерена и записана и по втори начин, чрез оборотите на двигателя, по формула 1, където  $n$  – обороти на двигателя,  $r_k$  – радиус на колелата,  $i_{тр}$  – предавателно число на трансмисията

$$(1) \quad V = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot r_k}{60 \cdot i_{тр}}; \frac{m}{s}$$

Резултатите от измерванията по двата метода са сравнени и дадени на фиг 2.

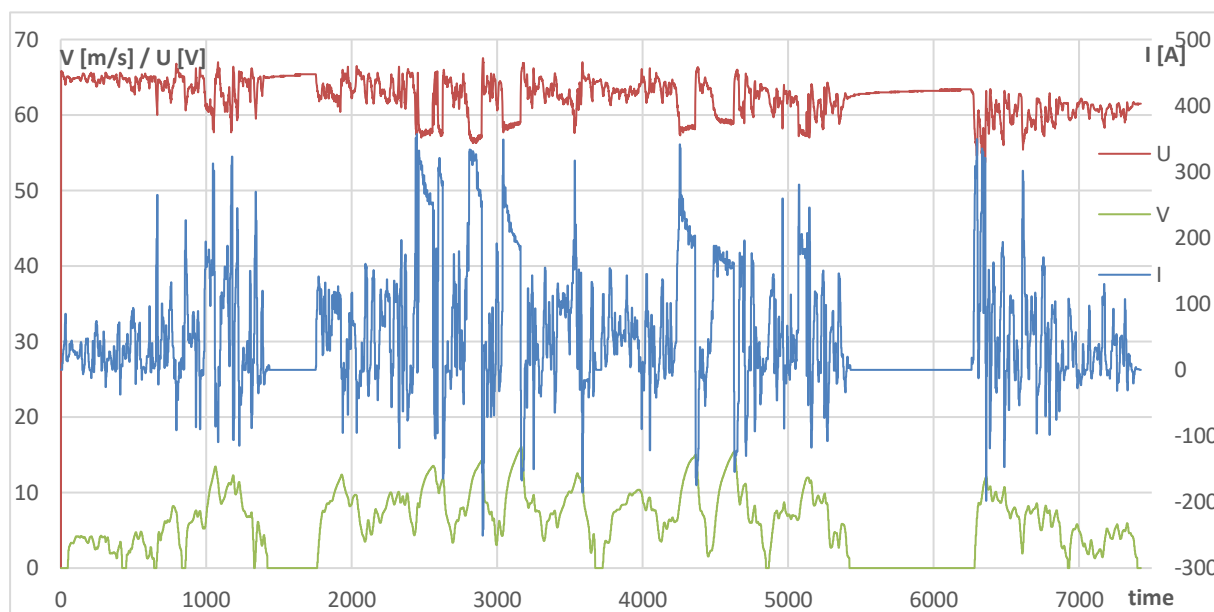


Фиг. 2. Измерване и запис на скоростта по два метода

Измерените стойности за скоростта по двата метода са много близки и изискват следните уточнения. Разликата (закъснението) в началото на записа се дължи на това, че е необходимо известно време, за да може GPS системата да установи сигурна комуникация с повече на брой спътници, което да повиши точността. Само в един от участъците се вижда голяма разлика, но тя е умишлено предизвикана и се дължи на превключване на предавка, различна от директната, при което се изменя скоростта на електромобила, но не и оборотите на двигателя.

На фиг. 3. са дадени в графичен вид измерените стойности на напрежението и токът, консумиран от акумулаторната батерия (АБ), както и скоростта на електромобила във функция от времето. Много добре се виждат (разграничават) различните режими на работа – ускорение, равномерна скорост, спиране (рекуперация), покой. Вижда се, че при режим на ускорение, консумираният ток от АБ нараства, а напрежението намалява и скоростта се увеличава. В режим на рекуперативно спиране, двигателят преминава в генераторен режим, а токът на диаграмата е с отрицателен

знак. Напрежението се повишава, а скоростта намалява. [3, 4] При равномерно движение стойностите на тока, напрежението и скоростта са постоянни.



Фиг. 3. Измерване и запис на напрежението и тока на АБ и скоростта на ЕМ

Направените експериментални изследвания позволяват да бъде получена механичната характеристика на двигателя (момента във функция от скоростта), както и изменението на мощността във функция от скоростта, показана на фиг. 4.



Фиг. 4. Момент и мощност на двигателя във функция от скоростта

## ИЗВОДИ

- Експерименталните изследвания в реални пътни условия дават възможност за реална количествена оценка на техническите параметри и характеристики на возилото.
- Чрез проведените експериментални изследвания, се установяват действителните тягови показатели на електромобила – ток при тяга и рекуперация, напрежение, въртящ момент, теглителна мощност и др.
- Получените данни от експерименталните изследвания дават възможност за проверка на теоретичните постановки и разчети и за изграждане на база данни за анализ и оценка и използването им при проектиране на нови електрически транспортни средства

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Българанов Л. Миленов И. Павлов Г. Джамбазки Ч. Електрозадвигване, София, 2009
- [2]. Евтимов И. Р. Иванов, Електромобили, Русе 2011
- [3]. Миленов Иван, Васил Димитров, Чавдар Джамбазки, Георги Червендинев. Проектиране на електрозадвигване за голф-количка, Научно списание “Механика, транспорт, комуникации” ISSN 1312-3823, том 11, брой 2, 2013 г.
- [4]. Минчева М. Електромеханични устройства, Електрически машини и апарати, София, 2008
- [5]. Пенко Цветков Ръководство за курсово и дипломно проектиране по автомобилна техника – I-ва част, София 2011

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE TECHNICAL PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF ASYNCHRONOUS DRIVING OF AN ELECTROMOBILE

Vladislav Boynovski, Ivan Milenov, Rumen Stoitsev

*Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia, 158 Geo Milev Str.  
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

**Key words:** HEV, electric, consumption, regeneration, method

**Summary:** Increasingly stringent environmental standards and emission requirements make electric vehicles more popular as they are considered zero-emission vehicles. In addition to the requirements for ecology, more and more attention is paid to the high requirements for the dynamic and economical performance of cars. These indicators depend on the parameters of the drive system. The report presents the results of an experimental study on the technical parameters and characteristics of asynchronous electric vehicle propulsion. The study was performed on a Renault Kangoo car Converted from petrol to electric. The vehicle is powered by an asynchronous motor with vector control and equipped with measuring equipment. Measurements were performed in real road conditions under different driving modes: acceleration, inertia movement, uniform movement, regenerative braking, movement at different road profile, etc. In these driving modes, measurements are

*made of: instantaneous values of current, voltage and power of the motor, torque, speed, energy consumption and recovered energy. Using GPS technology, a record of the basic measured quantities was made: distance traveled, speed time, altitude, horizontal and vertical profile of the road and others. The mechanical, speed and efficiency characteristics are build. An analysis of the obtained data was performed.*