



Индустриален клъстър
ЕЛЕКТРОМОБИЛИ

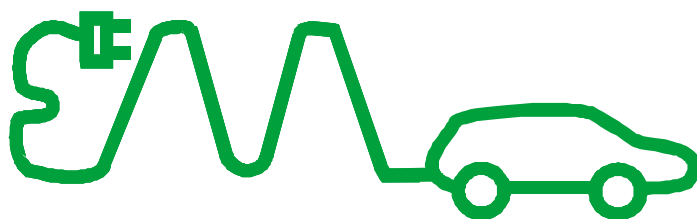


Русенски университет "Ангел
Кънчев"

ЕЛЕКТРОМОБИЛИ

**I^{-ва} научна конференция с
международно участие**

СБОРНИК ДОКЛАДИ



EM '11

2011
Русе, България

**HONOR COMMITTEE**

Prof. DSc Hristo Beloev - Rector of the
University of Ruse
Iliya Levkov – Head of the EVIC

eng. Bojidar Yotov – Mayor of Ruse
Municipality

PROGRAM COMMITTEE

Prof. Dan Marinescu, PhD – University
of Pitesti, Romania
Prof. Markku Ikonen, PhD – UAS
Turku, Finland
Prof. Mark Pecqueur, PhD – KdGH
Antwerp, Belgium
Assist. Prof. Theodoros Kosmanis -
Alexander Technological Educational
Institute of Thessaloniki, Greece
Prof. DSc Rusi Rusev – University of
Ruse
Prof. Kiril Byrzev, PhD– University of
Ruse
Assoc. Prof. Velizara Pencheva, PhD –
University of Ruse
Assoc. Prof. Ivan Milenov, PhD –
University of Transport, Sofia
Assoc. Prof. Hristo Stanchev, PhD –
University of Ruse
Ivan Kostov - EVIC
Antey Konstantinov - EVIC

ORGANISING COMMITTEE**MEMBERS**

Assoc. Prof. Rosen Ivanov, PhD –
University of Ruse
Assoc. Prof. Ivan Evtimov, PhD –
University of Ruse
Principal Assistant Asen Asenov, PhD
– University of Ruse

SECRETARIES

Assistant Gergana Staneva, PhD –
University of Ruse
Assistant Georgi Kadikyanov –
University of Ruse

ПОД ПАТРОНАЖА НА

проф. д.т.н. Христо Белоев – Ректор
на РУ „А. Кънчев“
Илия Левков - Председател на УС на
ИКЕМ
инж. Божидар Йотов – кмет на гр.
Русе

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

Prof. Dan Marinescu, PhD – University
of Pitesti, Romania
Prof. Markku Ikonen, PhD – UAS
Turku, Finland
Prof. Mark Pecqueur, PhD – KdGH
Antwerp, Belgium
Assist. Prof. Theodoros Kosmanis -
Alexander Technological Educational
Institute of Thessaloniki, Greece
проф. д.т.н. инж. Руси Русев– РУ
„Ангел Кънчев“
проф. д-р инж. Кирил Бързев – РУ
„Ангел Кънчев“
доц. д-р инж. Велизара Пенчева – РУ
„Ангел Кънчев“
доц. д-р инж. Иван Миленов – ВТУ
„Тодор Каблешков“
доц. д-р инж. Христо Станчев – РУ
„Ангел Кънчев“
Иван Костов - ИКЕМ
Антеи Константинов - ИКЕМ

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ**ЧЛЕНОВЕ**

доц. д-р инж. Росен Иванов – РУ
„Ангел Кънчев“
доц. д-р инж. Иван Евтимов – РУ
„Ангел Кънчев“
гл. ас. д-р инж. Асен Асенов – РУ
„Ангел Кънчев“

СЕКРЕТАРИ

ас. д-р инж. Гергана Станева – РУ
„Ангел Кънчев“
ас. инж. Георги Кадикянов – РУ
„Ангел Кънчев“

**CONFERENCE TOPICS**

- **Electric vehicles - structures and performance**
- **Electric vehicles batteries**
- **Charging stations**
- **Use of renewable energy sources**
- **Ecology and effectiveness of the use of electric vehicle**

ТЕМАТИЧНИ НАПРАВЛЕНИЯ

- **Електромобили – конструкции и характеристики**
- **Акумулаторни батерии**
- **Зарядни станции**
- **Използване на възобновяеми източници на енергия**
- **Екология и ефективност от използването на електромобилите**

The papers have been printed as presented by the authors

Докладите са отпечатани във вида, предоставен от авторите им.



СЪДЪРЖАНИЕ

1. Theodoros Kosmanis - Electric Vehicles: Reality or Utopia?	5
2. Елена Назърова, Сергей Ангелов - Електрически мотор базиран на високотемпературни свръхпроводими материали.....	11
3. Кръстю Морев, Сергей Ангелов - Конверсията – в последователни технологични стъпки	19
4. Даниел Любенов, Митко Маринов, Георги Кадикянов, Свилен Костадинов - Изследване движението на електромобил Free Duck при ускоряване и спиране.....	26
5. Р. Иванов, И. Евтимов - Приложение на електрическото задвижване в самоходни машини за земеделието.....	31
6. Inayat Ali, Esther Bruce, Theodoros Christoforou, Daniel Fazakas, Oli Muddle, Panagiotis Papaioannou, Anastasija Serkova - Studying a course about human powered electric vehicles via the Erasmus LLP Intensive Programmes	39
7. Иван Миленов - Изпитване на експериментални образци на оловни акумулаторни батерии за електромобил в реални пътни условия.....	47
8. Петър Копев - Зарядни станции за електромобили, разработени и внедрени от SCHRACK TECHNIK GmbH	52
9. Христо Станчев - Алтернативни източници и схеми за задвижване на перспективните автомобили	57
10. Иван Миленов - Фотосоларна генераторна система за електромобил.....	64
11. Петър Казаков , Митко Стоянов - Перспективи и програми за използване на възобновяеми енергийни източници.....	69
12. Иван Евтимов, Росен Иванов - Електромобилите и замърсяването на околната среда.....	74
13. Петър Казаков - Внедряването на електромобилите като масов транспорт	78
14. Велизара Пенчева, Асен Асенов - Оценка на ефективността от използването на електромобили в градски условия.....	82
15. Пламена Гагова, Павел Стоянов - Транспорта в град Русе - проблеми и решения	87
16. Веселин Маринов, Иван Белоев - Проектиране на електрически веломобил	92



Electric Vehicles: Reality or Utopia?

Theodoros Kosmanis

***Electric Vehicles: Reality or Utopia?** The status of electric vehicles in modern society is presented in this paper. From the very first appearance of electric vehicles in the 19th century to their present significant market share, their trip is briefly described. The advantages and the drawbacks of this “exotic” technology are analysed as a first step to the discovery of the electric vehicle place in modern society. Finally, a rational prediction of the future of the automobile market and particularly of the electric vehicle is attempted.*

Key words: *Electric vehicles, human powered vehicles, neighbourhood electric vehicles*

INTRODUCTION

The advent of the electric vehicle dates back to the mid 19th century [3]-[6]. Stemming from the idea of replacing locomotion with a much more efficient, practical and clean technology, the electric vehicle was one of the Holy Grails of an era when industrial revolution gave motivation for scientists and inventors. It was Faraday's law around 1830 that set the physical background for the fabrication of electric motors and generators, two of the basic elements of an electric vehicle.

From the very beginning, the electric vehicle was the great competitor of the internal combustion engine one, as proved by the participations at the automotive exhibitions of that era. However, various factors have contributed in the supplanting of the electric vehicle from the early 1900s, the most important being the following [3], [6]:

- the appearance of the electric starter for the internal combustion engine that made the ICEVs more flexible and attractive to people,
- the very low quality of the batteries that were expensive, environmentally not friendly and could not provide the required energy and power density for pure electric vehicles

It was not before the late 1980s and early 1990s that the interest in electric vehicles re-appeared. Of course, nobody could claim that for almost a century there has been no interest about the electric vehicles. On one hand electric vehicles were constantly used in several cases like inside factories for merchandise transfer or as golf cars etc. On the other hand, the boost in power electronics technology allowed a more efficient control of electric motors and batteries. Also, the alarming increase of the environmental pollution and the crisis in petrol market, still in season, have turned a lot of researchers, organisations and industries towards scientific fields that are strongly related to electric vehicles. However, the great drawback of the electric vehicle technology was still there: the power source. Batteries or accumulators, traditionally used as the primary power source for electric vehicles were very far away from the advantages that the petrol as a fuel was offering to the ICEVs.

The official come back of the electric vehicle was made in September 1990 when the California Air Resources Board (CARB) declared the Zero Emission Vehicle (ZEV) Mandate, that forced automotive companies supplying the Californian market to produce a significant percentage of ZEVs [1], [8]. Since 1990, the automotive market has rapidly altered. Twenty years later, the market consists of the following commercial vehicle types:

- Internal Combustion Engine Vehicles (gasoline, diesel, alternative fuelled)
- Hybrid Electric Vehicles (series, parallel, mild)
- Electric Vehicles

During these twenty years, the efficiency and the performance of the electric vehicles has been significantly improved. Hybrid electric vehicles have simultaneously appeared commercially as a realistic combination between the ICEVs and the electric vehicles. This change in the market was based upon other technological products that were also



introduced in it. Cellular phones, laptops and mobile devices in general base their operation on battery quality. This technology was introduced in electric vehicles and together with the evolution in electromechanical systems, power electronics and informatics, allowed the electric vehicles to become commercial.

ADVANTAGES OF THE ELECTRIC VEHICLE

Modern electric vehicles are, nowadays, competitive with the other types of commercial vehicles, ICEVs or HEVs [7]. The advantages of electricity have been revealed and thus they gain more and more share of the market. These advantages are summarized below.

The electric motors are much more efficient than the internal combustion ones. Their characteristics provide the flexibility to be placed in various locations inside the vehicle depending on the willing and the fantasy of the designer and the constructor. Thus, the strict and typical mechanical drivetrain of an ICEV can be replaced by other, advanced ones, where more than one electric motors may be used to provide propulsion. Four wheel drive (4WD) can be achieved easier, in-wheel motors are also a reality.

The overall drivetrain is significantly simplified due to the replacement of mechanical parts by electrical ones. Electric motors have their maximum torque at zero speed and they are also characterized by a wide speed range of constant power. The output control of an electric motor can be achieved by appropriate power electronic devices (controllers, inverters etc.) that are easily controlled and monitored by Electronic Control Units (ECUs) as illustrated in Fig. 1.

Since electric power is transferred by conductors and cables that are much easier to be handled and arranged in space, there is great design flexibility leading to smaller, much more futuristic but equally functional vehicle models.

However, the greatest advantage of the electric vehicle in an era of increased air pollution is bound with the zero emissions during its operation. This advantage renders the electric vehicle ideal for cities where there is large vehicle congestion. After all, this is what caused its reappearance in 1990.

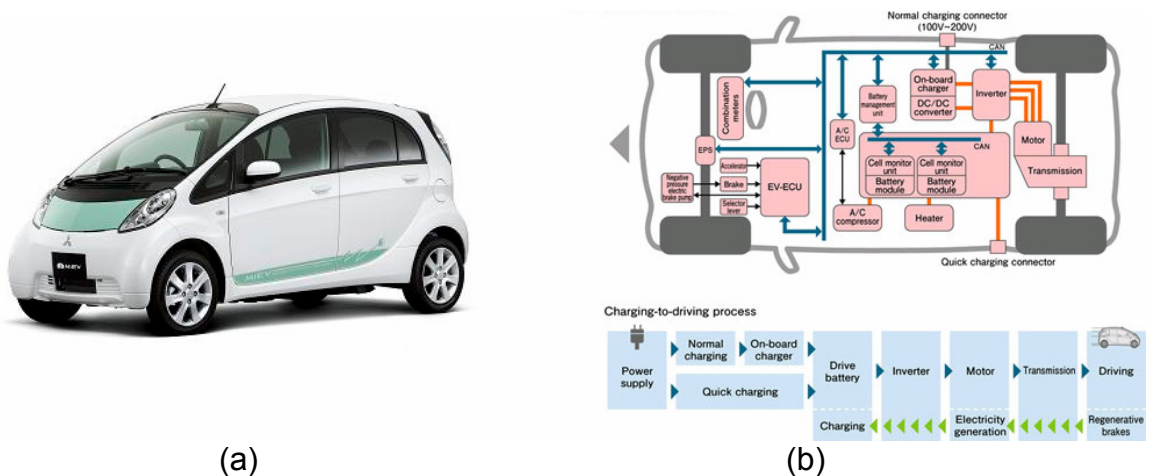


Figure 1: Mitsubishi MiEV. (a) Side view, (b) Powertrain and control network.

DRAWBACKS OF THE ELECTRIC VEHICLE

Unfortunately, the electric vehicle comes along with two very important drawbacks that limit its commercial spread, the battery technology restrictions and battery charging



(infrastructure and power production) [2], [8]. Powering the electric vehicle was setting and still sets the limit for the electric vehicle.

Although, vast steps have been made concerning battery technology, it is far below the case of providing an electric vehicle with range characteristics of a conventional ICEV. Batteries are still characterised by low energy density, keeping the autonomy of the vehicle low. Moreover, the charging time of an electric vehicle battery pack can in no way be compared to the time a conventional vehicle requires for refuelling. 6-8 hours of charging are typical values for a reliable and safe charging of the battery. Fast charging can be achieved in less time but with higher electric currents. Even if charging and energy density problems of an electric vehicle could be overcome, batteries are still considered to be the most expensive, bulky and heavy components of the electrical vehicle powertrain. Such characteristics make the electric vehicle rather luxury product for someone to buy.

Moreover, there is another issue about the electric vehicle and that is related with the way the electric power to charge its battery pack is produced. The electric vehicle is considered to be a ZEV, however this is the case only during its operation, the tank-to-wheel (TTW). Taking into account the ways electricity is produced in various countries it is more than obvious that a well-to-tank (WTT) analysis reveals that the electric vehicle is not emissionless. Unless electricity is produced from renewable sources (solar energy, wind energy etc.), all widely used methods are not environmentally friendly. The Fukushima, Japan nuclear plant accident in 2011 is indicative.

WHAT ABOUT THE FUTURE?

It is obvious from the aforementioned advantages and disadvantages of electric vehicles, that the future of the pure electric vehicle is tightly bound with the future of the batteries, which actually constitute the only primary power sources. Despite the evolution of battery technology, it is unlike that the electric vehicles will prevail over all other types of vehicles due to the cost in money and ecology of electricity production. Replacing all ICEVs with electric vehicles would mean in a rather extreme but not so unrealistic case that more than half the population of a country would charge an electric vehicle simultaneously. Will the power network stand such a demand? Of course not!

A more rational approach would be the effort to combine all existing vehicle technologies in an optimal way. For example, since electric vehicles are characterized by zero emissions during operation and low range, and often require a charge station, they would be ideal for a company owing a fleet moving inside a city (small city bus, delivery trucks, scooters or motorcycles). The charge station could be built at the company's private place where all vehicles would return after their shift and would be parked during the night. The city working cycle goes together with the requirements for low range. The profits would come from the zero emissions and the significantly reduced prices of electricity compared to the petrol ones. Moreover, in factories, airports and restricted areas where strictly zero emission vehicles must be used, the use of electric vehicles is one way. New types of vehicles appear, such as the human powered ones, that are small vehicles powered by electricity and the human power (something between bicycle and motorcycle). They are constantly entering the market and are considered ideal for individuals crossing small distances.



(a)

(b)

Figure 2: Modern electric vehicle designs. (a) Think city, (b) Reva.

Of course, not the same tendency corresponding to the electric vehicles is followed by all countries. For example, the USA, Japan and some European countries promote the electric vehicle and already create the appropriate infrastructure (public chargers, special street lanes, legislation). The deployment of over 13,000 grid-connected vehicles and over 22,000 charging points in residential, commercial, and public locations in the USA by the end of 2013 is programmed [11]. A class of small electric vehicles, called neighborhood electric vehicles (NEVs) are becoming very popular (Fig. 4) [9]. Families living in the suburbs tend to owe an ICEV for long distance trips and an NEV to cover small distances for everyday activities.

In other developing countries, like those of northern Europe, although a research interest in electric vehicles exists, the way to a wide electric vehicle use seems to be longer. The main reason for this is the lack of infrastructure and possibly the price. That is why companies owing a fleet for cities can be the first targets. It is indicative that only at the beginning of 2011 were the first three electric vehicle charging stations built in Greece.

CONCLUSIONS

Although the technological restrictions of current electric power sources are prohibitive for the prevail of electric vehicles in the automotive market, they cannot prevent them from playing a very important role in the future. Depending that they will be used in accordance with their advantages, it is certain that they can assist to the reduction of the air pollution and to transportation cost. It is ideal for city transportations, small distances



(a)



(b)

Figure 3: (a) All-electric light commercial vehicle [15], (b) Human powered electric vehicle [13]



Figure 4: Neighborhood electric vehicles available in the USA. [14]



Figure 5: Electric vehicle charging stations. (a) in the USA [10], (b) in Greece [12].

and restricted areas. Having the appropriate support from the automotive industries and worldwide governments, the electric vehicle can gain its place in the future market of automobile.

REFERENCES

- [1] Boschert S., *Plug-in hybrids: the cars that will recharge America 2nd ed.* New Society Publishers, 2007.
- [2] Dhameja S., *Electric vehicle battery systems.* Butterworth-Heinemann, 2002.
- [3] Ehsani M., Y. Gao, A. Emadi, *Modern electric, hybrid electric and fuel cell vehicles: Fundamentals, theory and design 2nd ed.* CRC Press, 2009.
- [4] Erjavec J., J. Arias, *Hybrid, electric and fuel-cell vehicles.* Thomson Delmar Learning, 2007.
- [5] Fuhs A., *Hybrid Vehicles and the Future of Personal Transportation.* CRC Press, 2009.
- [6] Husain I., *Electric and hybrid vehicles.* CRC Press, 2003.
- [7] K. Jost (editor), "Global vehicles: Tokyo concepts", *SAE Automotive Engineering International*, pp. 16-32, December 2007.
- [8] Larminie J., J. Lowry, *Electric vehicle technology.* John Wiley & Sons, 2003.



- [9] Sperling D., *Future drive: electric vehicle and sustainable transportation*. Island Press, 1995.
- [10] <http://ceoworld.biz>
- [11] <http://www.ens-newswire.com/ens/may2011/2011-05-17-091.html>
- [12] <http://www.heliev.gr>
- [13] <http://www.ip-zev.gr>
- [14] <http://www.nevco-ev.com>
- [15] <http://www.smithelectricvehicles.com>

ABOUT THE AUTHOR

Assist. Prof. Theodoros Kosmanis, PhD - Department of Vehicles, Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, Greece, tel: +30 2310-013 067, e-mail: kosmanis@vt.teithe.gr.



Електрически мотор базиран на високотемпературни свръхпроводими материали

Елена Назърова, Сергей Ангелов

Methods for obtaining of wires and tapes from high temperature superconducting ceramic materials are considered. Oxide-powder-in-tube method used for preparation of tapes is discussed. Short parts of tape are able to carry critical current $600-700 \text{ A/cm}^2$ at 77 K and zero magnetic field. Controlling the technology for preparation of wires and tapes gives possibility for different applications of superconductivity in transmission lines, electrical machines, generators, transformers and others. Electric motors based on superconductivity like hysteresis, reluctance and trapped field motors and possibility of their application in cars construction are discussed.

Key words: HTS materials, First and Second Generation Tapes, HTS motors, electric car

ВЪВЕДЕНИЕ

Откриването на свръхпроводимост в керамичните оксиди La-Ba-Cu-O от Беднордс и Мюлер през 1986 г. [2] постави началото на нова ера в изследванията на свръхпроводимостта и свръхпроводимите материали. Месеци по-късно, заменяйки La-атом с Y (итрий), П.Чу откри свръхпроводимата система Y-Ba-Ca-O (YBCO) с критична температура на прехода в свръхпроводимо състояние $T_c=92 \text{ K}$ [4]. Това бе голям пробив – за първи път свръхпроводимостта можеше да бъде наблюдавана и изследвана, като за охлаждане на материала се използва течен азот. Той е много по-евтин от използвания до този момент – течен хелий (литър течен хелий струва 20-25 лв, а течен азот – 0.50 - 0.60 лв.) и изисква по-просто експериментално оборудване при изследванията. Новото откритие постави нови загадки пред учените. В теоретичен план това е въпросът за механизма на вдвояване на носителите. Той очевидно не е класическото електрон-фононно взаимодействие, което може да даде максимално T_c около 30 K. Големите надежди за бързо практическо приложение също срещнаха трудности – как от тези керамични материали да се направят кабели и ленти, необходими в електротехническата индустрия. Продължителните усилия на изследователите и инженерите от 1986 г. до сега доведоха до няколко практически решения.

В тази работа ще разгледаме основните методи за получаване на проводници от високотемпературни свръхпроводими материали (ВТСП-материали). Ще обсъдим възможностите за приложението им при конструкциите на електрически двигатели и генератори.

СВРЪХПРОВОДИМИ ЛЕНТИ ОТ ПЪРВО И ВТОРО ПОКОЛЕНИЕ

Получаването на свръхпроводими жици и ленти от първо поколение е базирано на технологията „окисен прах в тръба“ (OPT – oxide powder in tube). Като изходящи продукти се използват окиси и карбонати на металите формиращи съединението Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O (BSCCO) или YBCO. Определят се количествата за постигане на необходимата стехиометрия. Праховете се смесват и хомогенизират. Сместа се подлага на продължителна термична обработка в кислородна атмосфера, при която чрез твърдофазен синтез се формира свръхпроводимата фаза. За да се даде възможност на изходните продукти да реагират по-пълно, процесът е съпроводен с междинни смилания и последващи синтези с плавно нарастване на температурата. Преди последния синтез се пресова контролна таблетка, която се изпича заедно с останалия прах. Тя се използва за изследване на зависимостта на съпротивлението от температурата и определяне на T_c . Рентгеноструктурният анализ установява дали е формирана свръхпроводимата фаза, както и какво е кислородното съдържание в нея. Ако фазата е синтезирана и показва съответната



критична температура, прахът се смила и се насипва в сребърна тръба. Специални усилия се полагат за неговото уплътняване в тръбата. От така формираната заготовка се изтегля (или екструдира) жица, която се валцова до постигане на определена дебелина. Получената лента се нуждае от нов синтез при висока температура в кислородна атмосфера. Сребърната обвивка пропуска кислорода, но не позволява много високи температури на синтез, защото това ще доведе до разтопяване на среброто ($T_{\text{топене}} = 960^{\circ}\text{C}$). По тази причина по OPT метода се изготвят ленти базирани на свръхпроводимата система Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O , чиято максимална температура на синтез е 870°C [16]. По-късно се установи, че тази система е по-силно анизотропна в сравнение с YBCO и с по-ниски стойности на критичният ток и полето на необратимост. Последното определя границата след преминаването, на която започва процес на “размекване” на флуксидната решетка, свързан с появата на загуби. Полето на необратимост на Bi-системата е с един фактор 100 по-ниско от това на YBCO системата. Съществен проблем пред лентите от първо поколение се оказват така наречените „слаби връзки”. Свръхпроводящата сърцевина е поликристална, а електрическите връзки между отделните кристали се дължат на слаби Джозефсонови връзки между тях. Критичният ток спада на порядъци, когато ъгълът на разориентация между кристалите расте надминавайки $5-7^{\circ}$ [5]. Най-успешното решение на този проблем е нанасяне на силно текстурирани тънки слоеве или израстване на по-дебели слоеве от стопилка върху подходящи подложки [10]. Текстурирана може да бъде и самата подложка като бъде подложена на специална обработка (RABiTS – Rolling Assisted Biaxially Textured Substrate). Тази идея е в основата на получаването на свръхпроводими ленти от второ поколение. Върху метална подложка от Ni или негови сплави (с W, Cr, Mo) се отлагат текстурирани буферни слоеве: итриево стабилизиран циркониев двуокис (Y:ZrO_2), цериев двуокис (CeO_2), магнезиев окис (MgO), Re_2O_3 ($\text{Re}=\text{La, Pr, Eu, Gd, Tb, Ho, Lu}$) и други. Това става с методика комбинираща отлагане чрез изпарение и йонна имплантация известна като Ion Beam Assisted Deposition. Буферните слоеве спомагат за осъществяване на плавен преход от кубичната кристална решетка на Ni (с параметър $a=3.5168 \text{ \AA}$) към орторомбичната кристалната структура на YBCO (с параметри на основата $a=3.821 \text{ \AA}$ и $b=3.8877 \text{ \AA}$). Те препятстват дифузията на метал от подложката към свръхпроводящия слой, което би влошило или разрушило свръхпроводимостта. Внимателният подбор на буфера включва и подходящ коефициент на термично разширение с този на YBCO слоя (Примерно: коефициента на термично разширение на Y:ZrO_2 е $10.65 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, а този на YBCO – $11 \div 13 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$). Това трябва да предотврати появата на пукнатини в свръхпроводимия слой при термоциклиране. Подходящите буферни слоеве благоприятстват текстурираното израстване на YBCO – свръхпроводящ слой, който може да бъде нанесен примерно чрез лазерна аблация. Подобна лента с дължина 1 метър има критичен ток от порядъка на 0.15 MA/cm^2 при 75 K [7]. Достигането на такива токове в лентите е необходимо, за да се постигне желаната икономическа ефективност.

В Института по физика на твърдото тяло при БАН са получени и изследвани свръхпроводими ленти от първо поколение със сърцевина от Bi(Te)-Sr-Ca-Cu-O [14, 15] и Y(Ca)-Ba-Cu-O [9,18]. В къси образци за Bi-базираните ленти е постигнат критичен ток 420 A/cm^2 , а в Y-базираните $600-700 \text{ A/cm}^2$ в нулево магнитно поле и при температура 77 K . Изследвано е влиянието на субституциите, които могат да улеснят формирането на свръхпроводимата фаза (Те спомага формирането на високотемпературната 2223 фаза в Bi-базираното съединение), да повишат концентрацията на носителите (Ca в YBCO системата), да подобрят променливотоковите характеристики на лентата (по-слаба честотна зависимост) и да допринесат чрез дифузия към сребърната обвивка за подобряване на нейната механична здравина. За реални практически приложения е необходимо критичният



ток на лентите да бъде повишен с още 1-2 порядъка и тези стойности да не се влияят от собственото магнитно поле на тока, който лентите носят. Свръхпроводниците пренасят постоянен ток без загуби, но в условията на променливи магнитно поле или ток генерират загуби, които трябва да имат минимални стойности ($\sim 0.5 \text{ mW/cm}^3$), защото се получават при едно твърде ниско температурно равнище – примерно 77 K.

ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ДВИГАТЕЛИ (ЕД) ИЗГРАДЕНИ С ВТСП-МАТЕРИАЛИ

Независимо, че електродвигателите имат стогодишна история, те практически не са променени съществено за това време – повишен е КПД, намалени са размерите, станали са по-надеждни и за малки мощности се появили пиезоелектрически варианти. Но за електродвигателите с голяма мощност, нещата остават както и преди сто години.

Един революционен подход в тази област представлява въвеждането на свръхпроводимостта и свръхпроводимите материали при разработване на електродвигателите. При използването на свръхпроводима жица за намотките на възбуждащата бобина, загубите в нея (I^2R) практически се елиминират тъй като съпротивлението на навивките $R=0$. Създаването магнитно поле в статора няма да бъде ограничавано от феромагнитна сърцевина, която в новия вариант няма да присъства изобщо. Стойностите на магнитното поле могат да бъдат значително повишени, вълновата функция на плътността на магнитния поток – синусоидална, а хистерезисните загуби във феромагнитната сърцевина ще отсъстват. Синхротронните машини със свръхпроводима възбуждаща намотка имат следните преимущества [8,11,12]:

- по-висока мощност в сравнение с класическите
- по-малка маса
- повишаване на ефективността над 99% чрез намаляване на загубите с повече от 50% в сравнение с конвенционалните машини
- висока ефективност при всякакви натоварвания – под 5% от пълното натоварване
- нисък шум
- превъзходна преходна стабилност
- ниско реактивно съпротивление
- по-ниска стойност на жизнения цикъл
- понижени капитални разходи
- по-малки разходи за поддръжка

Тези предимства разбира се бяха отчетени и в началото на 90-те години на миналия век след създаването на първите проводници от високотемпературните свръхпроводими материали започна разработването на електромотори за постоянен ток. С усъвършенстването на проводниците и появата на второто поколение ленти се развиват и изследванията на променливотоковите електромотори. Ще разгледаме някои от основните видове такива устройства и по-специално: хистерезисен електромотор, синхронен електромотор със захванато поле, магнитосъпротивителен (reluctance) електромотор [1].

Хистерезисният електромотор има много проста конструкция. Той дава стабилен въртящ момент дори при ниски скорости и осигурява добри стартиращи условия. Прототипът притежава статор навит от меден проводник и YBCO ротор. Цилиндричният ротор се помещава в статора, чийто магнитно поле индуцира ток в свръхпроводника, даващ начален момент на намагнитения ротор. Свръхпроводниците са особено подходящи за този тип двигатели, защото притежават хистерезис при намагнитване. Захванатият магнитен поток обаче не



може да се движи свободно в материала, което създава голям въртящ момент на ротора. Подходящ дизайн на ротора може да увеличи изходната мощност. Например роторът може да е изграден от тънкостенна тръба със свръхпроводимо покритие, а тръбата може да е изградена от надлъжни сегменти, за да се намали количеството на свръхпроводимия материал. Тъй като въртящият момент е пропорционален на диаметъра на ротора на трета степен, по този начин може да се конструира лек, но с мощен електромотор.

Магниторезистивният (reluctance) електромотор се основава на ориентацията на феритните материали в магнитно поле. Железен ротор с подходяща форма (издължен по едната ос – известна като ос на малко съпротивление) се стреми да се ориентира във въртящото поле на статора. Въртящият момент се реализира по оста на малкото съпротивление. Перпендикулярно на нея е разположена оста на голямото съпротивление наричана още квадратурна ос. Магнитният поток пресичайки оста на малкото съпротивление среща железния ротор, който има висока магнитна възприемчивост, а пресичайки квадратурната ос среща въздушна празнина с голямо съпротивление. Като се използват идеалния диамагнетизъм на свръхпроводниците, съпротивлението по квадратурната ос може да бъде повишено максимално. На практика свръхпроводника ще ограничи напълно преминаването на магнитния поток през квадратурната ос и ще повиши ориентиращата сила и мощността на електромотора. Прототип на такъв мотор със YBCO свръхпроводник даващ 20 kW мощност е реализиран от Oswald Elektromotoren GmbH, Germany. Предварителните резултати показват 50% покачване на изходната мощност [19,20,23].

Мощността и ефективността на електромоторите може да се повиши ако имаме източници на магнитно поле както в статора, така и в ротора. Това се постига чрез вграждане в ротора на постоянен или електромагнит. Конвенционалните електромагнити могат да дадат полета ограничени грубо до 1.5 Т. Със високотемпературните свръхпроводими материали това поле може да достигне 2-3 Т при азотни температури. Охлаждайки свръхпроводника под T_c и прилагайки магнитно поле може да “замръзим” магнитен поток в свръхпроводника, който остава и след изключване на външното поле. Материала със захванатия магнитен поток може да бъде използван като променливотоков магнит. Прототип на мотор от този вид още не е реализиран, но моделните пресмятания показват увеличение на мощността до 10 пъти.

Трябва да отбележим, че присъствието дори на високотемпературни свръхпроводими материали в електродвигателите налага и присъствие на криогенна система за охлаждане. Тя може да бъде реализирана по различни начини. Охлаждането чрез потапяне във вана с криогенна течност е най-простият способ. Той осигурява голяма охлаждаща мощност и е подходящ за материали с ниска специфична топлина или ако съществува риск от електро-термична нестабилност, тъй като течността ще отведе топлината. При този метод температурата е ограничена около температурата на кипене на използваната криогенна течност.

Затвореният цикъл на охлаждане използва криогенна течност за да охлади образеца в камерата, а после охлажда криогенния флуид от източника поместен във ваната. Ако температурата на течността в камерата е повишена или дори частично изпарена тя се връща в източника и чрез подходящ цикъл се охлажда до необходимата температура. Този метод има голяма охлаждаща мощност, ефективност ~30% и може да обезпечи различни работни температури, примерно чрез вариране на налягането на парите. Изискват се обаче значителни разходи за поддръжка.

Охлаждането чрез пренасяне на студ се извършва чрез директен контакт на материала със студена глава. Методът може да осигури охлаждане в широк



интервал от температури. Подобен мощен охладител от типа Gifford-McMahon съществува на пазара. Необходими са обаче допълнителни компоненти към криоохладителя (компресор), които увеличават теглото, обема и усложняват системата.

В Таблица 1 са представени по-известните прототипи на електромотори съдържащи високотемпературни свръхпроводими материали създадени в различни държави по света [21, 22, 24].

Таблица 1

Страна/ фирма	Мощност	Година	Тип	Параметри	ВТСП материал
САЩ	1.5 kW(2 к.с)	1993	Синхронен	2 полюсен 3600 об/мин	BSCCO - бобина
САЩ	3.7 kW(5 к.с)	1993	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	BSCCO - бобина
САЩ	92 kW(125 к.с)	1995	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	Bi-2223/Ag бобина
САЩ	735 kW(1000к.с)	2000	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	BSCCO - лента
САЩ	3.7 MW(5000к.с)	2001	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	BSCCO - жица
САЩ	5 MW(6500к.с)	2003	Синхронен	6 полюсен 230 об/мин	BSCCO - лента
Германия/ Simens	400 kW (550к.с.)	2001	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	Bi-2223/Ag- лента
Германия/ Simens	4 MW (5500 к.с)	2005	Синхронен	2 полюсен 3600 об/мин	Bi-2223 лента
Германия/Os wald EI-Tech	20 kW	2003- 2011	АС		YBCO
Корея	73.5 kW (100к.с)	2002	Синхронен	4 полюсен 1800 об/мин	Bi-2223 лента
Япония /Sumitomo	3.1 kW (4 к.с)	2005	Синхронен	8 полюсен 720 об/мин	GdBCO - обемен
Русия/Сибэле ктомотор	200 kW	2007- 2011	АС		YBCO
Финландия	1.5 kW (2 к.с.)	2005	Синхронен	4 полюсен 1500 об/мин	Bi-2223/Ag бобина

Специално внимание заслужава и въпросът за използване на електромоторите със свръхпроводящи елементи в електромобилите. Редица фирми работят по този въпрос и създават успешни прототипи.

Руската компания "Сибелектромотор"-гр. Томск разработи и експериментира електродвигател, проектиран с ВТСП-материали с нанопокрития. Производител на свръхпроводниците е дъщерна фирма на американската Royal Philips Electronics [24]. Тестовите на получените образци и подготвен прототип на асинхронен електродвигател са завършени през м. март т.г. от руската компания "Сибелектромотор", в сътрудничество със специалисти от РАН. Очаква се до края на 2011 г. да бъде произведен първият асинхронен електродвигател на променлив ток с използването на високотемпературни свръхпроводници, с мощност не по-малка от 200 kW. Уникалността на изделието се заключава в неговите електрически и обемни характеристики, позволяващи да се използват такива електрически машини в индустрията, където габаритите са критичен показател.



Компанията Sumitomo Electric Industries Ltd разработи първият в света автомобил с електродвигател на свръхпроводници (HTS-motors). Нещо повече, плановете са за серийно производство на електромобили с такива двигатели. За основа на оригиналния електромобил е взет модела на Toyota Crown Comfort. Специалистите на Sumitomo на мястото на двигателя с вътрешно горене са поставили електромотор – в нашата терминология са конвертирали автомобила в електромобил. Електродвигателят е изграден на базата на ВТСП-материали – BSCCO вариант. Специална система с течен азот го охлажда до температура минус 196°C. Мощността на този компактен електромотор представлява 365 KW. Намотките притежават нулево съпротивление, така че в сърцевината на ротора няма загуби и нагряване, както в класическите електрически машини. За автомобилната индустрия този електродвигател реално позволява икономия на електроенергия. От Sumitomo твърдят, че «свръхпроводящата» Toyota Crown може да измине с 10% по-голямо разстояние с едно зареждане, от автомобил движещ се по същото трасе с обикновен електрически мотор и със същия акумулатор. В недалечно бъдеще (около 2013г.) компанията планира да изведе на пазара «свръхпроводящия» електромобил. Електродвигатели от този тип ще се поставят и на автобуси и камиони [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във връзка с приложението на високотемпературните проводници в електротехническата индустрия и по специално в електродвигателите като базов агрегат на електромобила, могат да се направят следните основни извода:

- Изследванията показват значително предимство на електродвигателите базирани на ВТСП-материали спрямо класическите, но за масово приложение в електромобилите и/или хибридите е още рано да се говори;
- Съществено предимство има при двигателите с мощност по-голяма от 1 MW, което ги прави изключително полезни за кораби, подводници и др.
- В България има потенциал за разработване на прототип на електромотор базиран на ВТСП-материали;

В заключение бихме могли да кажем, че перспективите пред електродвигателите базирани на свръхпроводимостта и особено на високотемпературните свръхпроводими материали са големи. В световните научни и технологични центрове все повече се задълбочава работата по изследване, проектиране и оптимизиране на тези мотори с оглед тяхното внедряване и интензивна употреба в недалечно бъдеще.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Barnes G., C. Barnes, 2000, Electric Motors with High Temperature Cuprate Superconductors in the Rotor, Copper Applications in Electrical Applications, Coopers.org
- [2] Bednorz J.G., and K. A. Muller, 1986, Possible High T_c Superconductivity in the Ba-La-Cu-O System, *Zeitschrift für Physik B*, 64, 189
- [3] BRETZ E.A., 2004, New ship motors propel a quiet revolution, *IEEE Spectrum*.
- [4] M. K. Wu, J. R. Ashburn, C. J. Torng, P. H. Hor, R. L. Meng, L. Gao, Z. J. Huang, Y. Q. Wang, and C. W. Chu, 1987, Superconductivity at 93 K in a New Mixed-Phase Y-Ba-Cu-O Compound System at Ambient Pressure, *Phys. Rev. Lett.*, 58, 908
- [5] Dimos D., P. Chaudhari, J. Mannhart and F.K. LeGones, 1988, Orientation Dependence of Grain-Boundary Critical Currents in YBa₂Cu₃O_{7-δ} Bicrystals, *PRL*, 61, 219-222.
- [6] Foltyn S.R., P.N. Arendt, P.C. Dowden, R.F. De Paula, J.R. Groves, J.Y. Coulter, J. Quanxi, M.P. Maley and D.E. Peterson, 1999, *Appl. Supercond.*, *IEEE Trans*, 9, 1519-1522.



- [7] Fujino K., K. Hasegawa, H. Mukai, K. Sato, T. Hara, T. Ohkuma, H. Ishii, S. Honjo, 1995, 1 meter long thin film tape with J_c of 1.5×10^5 A/cm² fabricated by pulsed laser deposition, 8th International symposium on superconductivity, Oct. 30-Nov. 2, Hamamatsu, Japan
- [8] Gieras J. F., 2004, Superconducting Electrical Machines. State of the Art, IEEE, 233
- [9] Ignatov H., E. Nazarova, A. Zahariev, V. Lasarova, J. Georgiev, A. Stoyanova-Ivanova, S. Terzieva, K. Kliavkov, V. Kovachev, 2008, J. of Superconductivity and Novel Magnetism, Deformation effects on the structure and properties of $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ($x=0$; 0.3) tapes produced by OPIT method in the Ag-tube. V 21 (1) 69-73
- [10] Jin S., T.H. Tiefel, R.C. Sherwood, R.B. Van Dorer, M.E. Davis, G.W. Kammlott and R.A. Fastnast, 1988, Melt-textured growth of polycrystalline $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ with high transport J_c at 77 K, PRB, 37, 7850-7853.
- [11] Kalsi, S.S., B. B. Gamble and S. O. Ige, 2005, The Status of HTS Ship Propulsion Motor Developments, All Electric Ship Conference-2005
- [12] Kim H. M., Y. S. Yoon, Y. K. Kwon, Y. C. Kim, S. H. Lee, J. P. Hong, J. B. Song, and H. G. Lee, 2009, Design of Damper to Protect the Field Coil of an HTS Synchronous Motor, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 19, NO. 3, 1683
- [13] Leghissa M., 2003, BSCCO and YBCO Tapes – Fabrication and Practical Applications, SCENET Summer School, 30.09.2003.
- [14] Lovchinov V, Stoyanova A, Vlahov E, Kovacheva D, Petrov K, Ignatov H, Nazarova E, Iordanov I and Petrov P, The effects of the deformation schedule and Te addition on the phase formation and microstructure of the (BiPb)(2223)Ag-sheated tapes, 1997 *J. Mater. Sci. Technol.* **5** 48–55.
- [15] Lovchinov V., D Dimitrov, P Simeonova, G Kallias and E Moraitakis, Phase formation and microstructure of silver-sheathed B(Pb)SCCO tapes influenced by Te additive, *Supercond. Sci. Technol.* **13** (2000) 1042.
- [16] Maeda H., Y. Tanaka, M. Fukutomi and T. Asano, A new High T_c Oxide Superconductor without Rare Earth Element, 1988, *Jap.J.Appl.Phys.*, 27, L209-L210.
- [17] Meng C.K., N. A. Hamid, M.Y.A. Rahman, 2011, Investigation on the performance of DI-BSCCO superconducting electric motor, *Natural Science*, Vol.3, 1, 36-41.
- [18] Nazarova E., K. Buchkov, A. Zahariev, J. Georgiev, K. Nenkov, H. Ignatov, V. Kovachev, E. Burzo, I. Balasz, AC magnetic susceptibility studies of Ag-sheated $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ($x=0$ and 0.3) tapes, *J. of Matt. Sci. & Technol.*, v.17, N 3 (2009) 226-
- [19] Oswald B., K.J. Best, M. Setzer, E. Duffner, M. Soell, W. Gawalek, L.K. Kovalev, 2006, AC Application of HTS Conductors in Highly Dynamics Electric Motors, *Journal of Physics*, Series 46, 800-803.
- [20] Oswald B. et al., 2002, Design of HTS reluctance motors up to several hundred kW, *Physica C*, 372-376.
- [21] Schifer R., 2004, Development of Ultra Efficient HTS Electric Motor Systems, Annual Superconductivity Peer Review Meeting, Washington, DC, July, 27-29, 2004.
- [22] Xun Jinl J., Lu Hai Zheng, You Guang Gu and Jian Guo Zhu, Development of High Temperature Superconducting Machines, *Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics Vo1.15, Supplement (2007) S88*
- [23] Ковалев Л.К., К.Л. Ковалев, В.П. Фирсов, Б. Освальд, 2007, Опыт создания электрических машин на основе массивных ВТСП элементов с азотным охлаждением, *Научные центры России*, Том 4, выпуск 6.
- [24] Интернет ресурси.



За контакти:

Доц. д-р Елена Назърва, Лаборатория „Нискотемпературна физика“ –
Институт по физика на твърдото тяло - БАН, Цариградско шосе 72, 1784 София,
тел.: 02 979-5679, e-mail: nazarova@issp.bas.bg

Сергей Ангелов, Институт за европейски ценности – София, тел.: 02 490-0971,
e-mail: office@evi-bg.org



Конверсията – в последователни технологични стъпки

Кръстю Морев, Сергей Ангелов

Conversion is a combination of all works and activities required new technical and programmes resources, installations and suite parts, units and structures that determine and carry out reconstruction of the car engine in a 100% electric (electric car). This report shows the sequence of technological convert a car engine, based on several models in electric cars. The technological approach is summarized as a single methodological approach for the future industrial applications for the conversion of different models of classic cars to electric.

Key words: electric vehicle, conversion, electric motor, battery,

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Електромобилната индустрия е в основата на т.н. „зелена индустрия“, която обхваща голяма част от машиностроителната и електродобивна индустрия, включваща в себе си преимуществено ВЕИ (възобновяеми енергийни източници), текстилната и кожарска промишленост, кабелна и мрежова, информационната и телекомуникационна (ИКТ), охранителна, банкова, картова и лизингова дейност, инфраструктура и иновации. От друга страна, важни фактори за определящият „нов старт“ на електромобилната промишленост са: повишаването на цената на горивата и техния ограничен ресурс, както и пораженията върху околната среда.

Демонстрираните чисти електромобили на автосалоните в Детройт (2010-2011) и Франкфурт (2011), определят посоката на развитие в автомобилния бизнес – всички водещи компании показваха модели на електромобил, някои от които с изключителни характеристики. Редица държави предприемат решителни стъпки за въвеждане на електромобила.

Няколко европейски държави започнаха внедряването на електромобилите (plug-in – презареждащи се от електрическата мрежа) и изграждането на обществената инфраструктура за презареждане. Основната причина е задълбоченият им анализ за това как по-големият брой електромобили се отразява на енергийния баланс на съответната държава. В този анализ се вижда, че първичната енергия при използване на ДВГ е повече от тази, необходима за захранване на електромобилите за изминаване на едно и също разстояние. Отношението между крайното и първичното енергийно потребление (КЕП:ПЕП) показва енергийната ефективност и при ДВГ тя е със стойност 16-29 %, а при електромобилите е между 26-43 % според анализи на ЕС.

България не може да стои настрана от световните тенденции в «зелената икономика», от европейските тенденции за енергопотребление и т.н. В страната има натрупан опит и умения за развитието на електромобилната индустрия. Различни инициативи, фирми, отделни изобретатели (регистрирали сме поне 8 опита на демонстрация и развитие на собствена концепция за производство на електромобил в страната) се опитват да създадат обществена нагласа, бизнес модел и/или внимание към новата индустрия. Българската държава едва в последните месеци започна да обръща внимание на електромобилите. Бяха проведени няколко инициативи през 2010-2011 г., включително и с експерти от чужбина.

За нас, един от ключовите моменти в прехода към «зелената икономика», е отговорът на въпроса: «Какво да се направи с част от 3.5 млн. автомобили движещи се по пътищата на България?»

2. ПРОГРАМА ЗА КОНВЕРСИЯ

Отговор на по-горе поставения въпрос намираме частично в т.н. конверсия. Конверсията е съвкупност от всички видове работи и дейности, необходимите нови



технически и програмни средства, монтажни и комплектовъчни детайли, възли и конструкции, чрез които се определя и извършва преустройството на автомобил с ДВГ в 100% електромобил (електрически задвижван автомобил). В света съществува отдавна тази система за конверсия на наличните автомобили в електромобили. За конверсията има разработени учебни помагала, провеждат се курсове, включително с висока квалификационна степен, предоставят се комплектни китове за самото преоборудване в различни варианти на подбор на техническите средства. Конверсията като практическо изпълнение се извършва лично от собственика на автомобила или чрез специализирана фирма по поръчка. През 70-те години след първата петролна криза в САЩ се зароди движението за конверсиране на автомобили, което се изпълняваше от ентузиастични, извършващи технологичната промяна на собствените си автомобили. (Според нас 1-ви етап на конверсията). През 2008 г., в разгара на световната финансова криза, възниква колективен форум във Финландия и Дания, подобен на ползвания в „Уикипедия“, за да започне конверсията на използваните автомобили с ДВГ в електрически. Групата работи на принципа на „отворения код“, заложен от информационните технологии като „Линукс“ например (2-ри етап на конверсията). За нас, третият етап на конверсията представлява или ще представлява варианта за индустриализиране на тази процедура за преобразуване на автомобилите.

Именно в конверсията търсим пазарна ниша за бърза реализация на технологичните решения за конверсиране на автомобил с ДВГ в електромобил.

Досега в България има единични изпълнения и тяхната реализация не представлява търговски интерес до този момент. Чрез реализацията на една бъдеща програма се търси отговорът на въпроса - дали конверсията на класически автомобили ще се превърне в съвременна екологична и търсена услуга на пазар с приблизително 2 000 000 автомобили. За специалистите в областта не е трудно да превърнат употребяван автомобил в такъв, задвижван с електрически ток. Тук аналогията с автомобилните газови уредби е пълна – съотношението между фабричните и конверсираните електромобили по пътищата на страната да стане същото, както между колите със заводска и допълнително монтирана газова уредба. Според проучване от м.февруари т.г. (mobile.bg) над 60% от анкетирания биха инвестирали в преработката на личния си автомобил за движение с електричество.

Стартирането на конверсионната програма е във финансовите възможности на бизнес структури (малки и средни предприятия от и извън Индустриален клъстер електромобили) съвместно в партньорски отношения с банки и финансови институции, което дава основа за нейната реализация. Резултатите от такава програма ще отговорят на въпросите:

- Възможна ли е конверсията в България?
- Конверсията като пазарна ниша?

Защо избрахме конверсията като първа стъпка към електромобилната индустрия? Някои от причините за това са (силните страни на конверсията):

1. Сертифицирани и оборудвани автомобили /няма необходимост от изпитания за безопасност/.

2. Не изисква голям финансов ресурс – около 10 000 лв. (Развитието на технологиите е достатъчно бързо, така че очакванията за намаляване на цените на батериите и комплектовъчни детайли са за значително поевтиняване – предварителни оценки сочат между 15-20 % годишно). На фона на финансовото състояние на среднестатистическия ползвател на автомобил, разликата в стойността на конверсията на употребявана кола и цената на нов електромобил се виждат „пазарните предимства“ на конверсията.



3. Дава възможност за набиране на сериозна база данни от изпитания и нововъведения, които ще се приложат в следващата стъпка – доставка на оборудвани купета, които ще бъдат с монтиран един или повече електродвигатели.

4. Бърза възвръщаемост на направените инвестиции.

5. Универсалност на т.н. КИТ – може да се демонтира и монтира на друг автомобил с минимални разходи – нисък риск за лизинговата /кредитиращата/ компания.

6. Предпоставка за развитие на инфраструктурата от зарядни станции в страната и извън нея.

Разбира се конверсията крие в себе си и много неизвестни, като например - въпросите свързани с вида на батериите и тяхното разположение в различните марки автомобили. При новите електромобили този подход се решава конструктивно със самото проектиране на шасито.

3. ТЕХНОЛОГИЧНИ ЕТАПИ НА КОНВЕРСИЯТА

Независимо в какъв вариант на конверсия се прилага, водещо начало за конверсиране остава избора на технологична платформа за реализацията. Натрупаният опит в страната и чужбина и направените проучвания за конверсия на различни автомобили оформят следната технологична процедура от 8 стъпки:

1. Първа стъпка. Избор на автомобил-донор и компоненти:

Съдържание на дейността:

- Избор на автомобил съобразно целите и предназначението на експлоатация на електромобила: - общо тегло на електромобила;- полезен обем и полезно тегло;- изискуеми - максимален дневен пробег, максимална скорост и преодолявани наклони;

- Избор на работно напрежение на работа на електромобила, избор на електродвигател – по вид и мощност и избор на акумулаторна батерия по вид и капацитет, гарантиращи постигането на показателите на конверсията автомобил;

- Избор на контролер за управление на електро задвижването осигуряващ максимална ефективност за енергийно потребление при експлоатация на електромобила. Избор на команден орган за управление на скоростта на движение на електромобила;

- Избор и конструктивно решение за осигуряване на работата на необходимите допълнителни спомагателни системи:

- за хидро помпата за сервоуправление на волана;
- за вакуум помпата за сервоусилвател на спирачките;
- за компресора на А/С; - за отопление на електромобила и др.;

- Избор на бордово зарядно устройство за осигуряване на презареждането на тяговата акумулаторна батерия.

- Избор на DC/DC конвертор за осигуряване на напрежение за захранване на електрическите системи 12В или за зареждане на спомагателен /сервизен/ акумулатор 12В за тези системи.

Изисквания към автомобилите /купетата и ходова част/:

- Автомобили не по-стари от 6 максимум 8 години;
- С автоматични или ръчни скоростни кутии;
- Със запазена ходова част и салон;
- Може и с блокирал двигател;
- Цена – не по-висока от 3000 – 5000лв.;



2. Втора стъпка. Подготовка на автомобила-донор за конверсията. Демонтаж и ремонт:

- Демонтаж на двигателя с вътрешно горене, радиатор, резервоар за гориво, стартер, генератор, фрикционен съединител - ако се изисква и други непредвидени за използване апарати от автомобила – донор;
- Проверка на състоянието и ремонт на всички дефектирали и/или износени апарати по ходовата част на автомобила и цялата запазваща се апаратура по механика, спирачна система, електросистема;
- Преглед на състоянието на шасито и корпуса и извършване на необходимите ремонтни работи;
- Преглед на състоянието на вътрешния интериор и отстраняване на дефектите;
- Разработка на технологични решения и процедури за демонтаж на неизползваните в електромобила агрегати и системи от автомобила-донор;

3. Трета стъпка. Технологични решения за акумулаторната батерия (АБ):

- Избор на максимално благоприятно място на разполагане на акумулаторната батерия и проектиране на необходимата монтажна конструкция и крепежни възли. Обезопасяване на местото за разполагане на АБ срещу възможност за газоотделяне към купето;
- Проектно-конструкторско решение и избор на необходимата съпътстваща апаратура за експлоатация на АБ, осигуряваща надеждна и безопасна работа и гарантираща голям експлоатационен живот на АБ;
- Избор на уред за показване на състоянието на разрежданост на АБ;
- BMS (battery management system) система за контрол на състоянието и управление на зареждането и разреждането на отделните клетки за литиевата АБ.

Забележки:

1. *Специфичната енергийна плътност на оловна АБ е 30 ВТч/кг, а на литиева акумулаторна батерия е 130 ВТч/кг.*
2. *Специфичната цена на оловна АБ е 0,27 лв/ВТч, а за литиева акумулаторна батерия е 0.80 лв за ВТч.*

4. Четвърта стъпка. Проектиране на електрическата уредба:

- Проектиране на електрическата схема на уредбата на електромобила и избор на допълнително необходимата комутационна, сигнална и превключваща апаратура и показващи уреди; избор щепселни съединители за свързване на акумулаторната батерия и начина на включването ѝ към заряд. Уточняване на електрическото свързване на ново инсталираните апарати със съществуващата електрическа уредба. Избор на необходимите свързващи кабели и определянето на трасето на преминаване на кабелите и кабелните снопове;
- Определяне на начина на осигуряване на напрежение за захранване на работещите на 12В електрически системи;
- Изготвяне на спецификация.

5. Пета стъпка. Технологични решения за монтаж на компонентите и техническа документация:

- Избор на ефективно решение за връзката: електродвигател – трансмисия. Определяне на начина на монтаж на електродвигателя към трансмисията. Конструирание на присъединителен фланец и вал/валове/ за присъединяване на електродвигателя към трансмисията /съединител, скоростната кутия, редуктор/. Конструирание на необходимите монтажни конзоли за закрепване на електродвигателя към шасито на автомобила.
- Конструирание на необходимите присъединителни и крепежни възли и детайли за механичен монтаж на спомагателните системи;



- Конструирание на необходимите елементи на отоплителната система и нейното закрепване.
- Конструирание на крепежна конструкция за механично закрепване на контролера, бордовото зарядно устройство, комутационната и сигнална електрическа апаратура, и всички останали електрически апарати и уреди включени в електрическата схема на ел-уредбата;
- Разработка на технологични решения и процедури за монтаж на механичните агрегати и възли;
- Разработка на технологични процедури за електрически монтаж, пуск, настройка и функционални изпитвания;
- Изготвяне на конструкторска и технологична документация с техническа спецификация на използваните и новопроектирани апарати, възли и детайли.

6. Шеста стъпка. Доставка и изработка на компоненти и комплектация:

- Изготвяне на спецификации с детайли, възли и агрегати с възможности за производство в Р България и изпробване на потенциални изпълнители и доставчици;
- Изработка и доставка на необходимите основни компоненти и специфицирани апарати, детайли, възли, кабелна арматура, кабели и кабелни снопове;
- Определяне на надеждни партньори за доставка на вносна комплектация.

Основни изисквания към базовите компоненти:

- Електродвигател с характеристики по обороти и въртящ момент осигуряващи скорост над 80 км/ч. С работно напрежение 48 – 144V.
- Регулатор от различни производители, които отговарят на изискванията на електродвигателя и АБ.
- АБ – оловна, литиева или друга, осигуряващи пробег с едно зареждане от 80км – до 120км и минимум 1000 цикъла заряд – разряд.
- Бордово зарядно устройство. За предпочитане за включване към електрическа мрежа 220В АС и осигуряващо презареждане на акумулаторната батерия за 6-8 часа.
- Кабелна мрежа, осигуряваща не само работата на електродвигателя, регулатора и батериите, а и необходимата комутационна и сигнална апаратура и евентуални обезпечавачи сигурността системи /контактори, прекъсвачи, съединители, щепсели, сигнализация, бордови уреди за следене и настройка на състоянието на акумулаторната батерия и работата на тяговия електродвигател и др./.

Таблица: Необходими основни компоненти, възли и детайли:

Модел	Ел. двигател *	Акумулаторна батерия **	Спомагателни агрегати ***	Контролер	Зарядно устройство	Комутац, команд.и сиг. апар.
До 1100кг	9КВт/80	12 КВтЧ/80	По необх.	В зависимост	220/30 А	Контак. Пр.
До 1600кг	12КВт/80	18 КВтЧ/80	По необх.	от вида на	220/30 А	екъс.,сигн.
До 2100кг	22КВт/78	25 КВтЧ/80	По необх.	ел. двигателя	220/40 А	съед.,щепс.
До 2700кг	30КВт/78	33 КВтЧ/80	По необх.		220/50 А	уреди
Гранични Цени:	1000-3200лв.	3300– 9000лв. 12000-33000лв.	300-1800лв.	1100–2900лв.	950–1900 лв.	500–1500лв.

* - след киловатите е посочена ориентировъчна максимална скорост на движение на електромобила в км/ч;

** - след киловатчасовете е посочен ориентировъчния пробег на електромобила в км. В последния ред са посочени съответните цени за оловни и литиеви акумулаторни батерии;



*** - има се пред вид задвижване -на хидро помпа за сервоуправление за волан; - на вакуум помпа за сервоуправление за спирачки; - за компресор за А/С; - отопление на купе; DC/DC преобразувател.

7.Седма стъпка. Механичен и електромонтаж. Тестове и настройка на електромобила:

- Механичен монтаж на електродвигателя, спомагателните системи, акумулаторната батерия, контролера, бордовото зарядно устройство и всички останали и необходими апарати. Електрически монтаж и свързване на ново проектираната уредба;

- Пуск, настройка и функционални изпитвания на електромобила на полигон;

- Доказване на заложените технически параметри на електромобилите по отношение на специфичен разход на електроенергия, преодолявани наклони, ускорение, максимална скорост и др. и оценка на пригодността на конструктивните и технологични решения;

- Оценка на възможността за преобладаващо използване на контролери от един вид и надграждане към тях на специализирана програмно-техническа система за настройка на регулаторите.

8. Осма стъпка. Изработване на документация и регистрация на електромобила:

- Изготвяне на съпътстваща документация за представяне за изпитания и сертифициране на електромобила пред Технотест ООД (оторизирана фирма за сертифициране на промени в автомобилите);

- Представяне и регистриране на електромобила в КАТ. Провеждане на пътно-експлоатационни изпитания и проверка на заложените технически изисквания и показатели на електромобила;

- Изготвяне на съпроводителна документация за експлоатация и обслужване на електромобила;

- Изготвяне на технически задания за специализирани уреди и подсистеми: - нов борден панел; - на първо време унифицирани подсистеми и тяхното задвижване за серво на волана и спирачките и отопление;

- Изготвяне на съпътстваща документация за представяне за изпитания и сертифициране на електромобила пред Технотест;

На база на специализираните стендове за проверка на действието на задвижващата система може да се направи обосновка, за специализирани центрове за сертификация - Технотест и проверка и обслужване на електромобилите в сервизите.

4. ПАЗАРНИ КОНЦЕПЦИИ ЗА КОНВЕРСИЯТА

Както бе споменато по-горе, разработката и прилагането на технологична платформа за конверсия е изключително насочена към отговорът на следните въпроси:

- Възможна ли е конверсията в Р България?

- Конверсията като пазарна ниша?

Основата на пазарната концепцията на конверсията е:

- Производство на конверсирани електромобили от определени модели от МСП, сервиси или други стопански субекти.

- Разработване на франчайзинг за конверсия в страната и извън страната.

- Усвояване за производство на компоненти и комплектация за електромобили.

Как ще се реализира конверсията – като бизнес модел, който ще прилага ИКЕМ в партньорство с финансовата институция. Анализите трябва да покажат доколко конверсията е приложима в страната, технологичен капацитет на верига сервиси,



готовност на държавни институции и електроразпределителни дружества, големи общини и т.н. да застанат зад новия проект, който ще се лансира с този документ.

Въпроси, по които ще се търси отговор в бъдеще:

- Каква е средната цена на конверсията на различните класове автомобили?
- Финансов механизъм за финансиране на отделните потребители?
- Финансов механизъм за финансиране на транспортни фирми от комуналните услуги, таксиметрови служби, доставчици, експресни услуги, пощенски услуги и т.н.?
- Възвращаемост на инвестициите?
- Универсалност на бизнес модела?
- Възможности за сглобяване на електромобили?
- Как ще се развива инфраструктурата от зарядни станции?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във връзка с въвеждане на електромобилите в България могат да се направят следните изводи:

- Производството на електромобили, акумулаторни батерии и зарядни станции /инфраструктура/ в България може да се реализира на основата на български продукти – електродвигатели, кабелна мрежа, регулатор, акумулаторни батерии, ВЕИ, купета и защо не и цял автомобил. Има кадрови и научен потенциал, компании, занимаващи се с иновации в тази област, което е сериозна предпоставка за успех на цялата програма.

- Представена е основата на концепция: да се разработи и приложи за първи път в България програма за индустриална конверсия на автомобили с ДВГ в електрически автомобили, като етап от производството на български електромобил. Да се изследва, опише и стандартизира процеса и да се разработи Стратегия за конверсиране на автомобили за нуждите на новата автомобилна индустрия.

- Показана е технологичната последователност на конверсирането на автомобил с ДВГ, на базата на няколко модела в електромобили. Технологичният подход е обобщен като единен методически подход за бъдещи индустриални приложения за преобразуването на различни модели класически автомобили в електромобили.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Brown M., S. Pranje, 1993, Convert IT (A step-By-Step Manual for Converting), Elekctric Auto Association, Future Books.

[2] Brant Bob, 2008, Build Your Own Electric Vehicle, N.Y.

[3] Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications (3rd Edition) (Paperback) - 2006

[4] Electric vehicles - Design and construction Electric Vehicles Electric vehicles - Technological innovations. Electric vehicles - Design and construction. 2009

[5] James Larminie and John Lowry, 2003, [Electric Vehicle Technology Explained](#) (Hardcover - Nov 19)

[6] [Leitman](#) S., 2009, Build Your Own Electric Vehicle - A new step-by-step guide from the bestselling author who revised the classic, N.Y.

За контакти:

Кръстю Морев, Транспортна електроника 91 ООД – Пловдив, 032 632446, e-mail: kmorev@te91.com

Сергей Ангелов, Институт за европейски ценности – София, тел.: 02 4900971, e-mail: office@evi-bg.org



Изследване движението на електромобил Free Duck при ускоряване и спиране

Даниел Любенов, Митко Маринов, Георги Кадикянов, Свилен Костадинов

A study of Free Duck electric vehicle movement during acceleration and stopping: This paper presents information about the results of the experimental data for the Free Duck electric vehicle movement during acceleration and stopping. A modern method for determination of acceleration is represented. Application of the non-contact VBOX 3i 100Hz GPS Data Logger speed and distance measurement system is represented. The results from the research may be useful in determining the applicability of the Free Duck electric vehicle to move in urban driving conditions.

Key words: Electric vehicle; Acceleration; Deceleration.

ВЪВЕДЕНИЕ

В наши дни, поради нарастващите екологични проблеми и замърсяването на околната среда, производството и използването на електромобили е все по-актуално. За разлика от конвенционалните автомобили, електромобилите нямат вредни емисии при експлоатация, те са много по-тихи при експлоатация, имат по-малки експлоатационни разходи, цената за изминат пробег е по-ниска, имат много по-малко съставни части от конвенционалните автомобили и много други предимства.

Електромобилите са много подходящи за използване в градски условия поради факта, че те са с нулеви вредни емисии. При въвеждане на електромобилите в градски условия е необходимо да бъдат изследвани техните динамични характеристики.

Целта на тази работа е да бъде проведено изследване на динамичните характеристики – ускоряване и спиране на електромобил *Free Duck* предназначен за превоз на пощенски пратки при движение в градски условия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Техническите данни на електромобил *Free Duck* са: максимална скорост - 45 km/h; автономна работа с напълно заредени батерии - 50 km; полезен товар – 200 kg (с водача); презареждане на батерията с енергия от захранващата мрежа се извършва за 8 – 10 часа. Габаритните му размери са: дължина – 1750 mm; ширина – 1320 mm и височина – 1630 mm [1 - 4, 6].



Фиг. 1 Снимка на електромобил *Free Duck*

За движение на електромобил *Free Duck* в градски условия е важно да бъдат изследвани динамичните му характеристики – ускоряване и спиране.

Използването на съвременни средства за измерване на динамичните характеристики позволява постигане на висока точност и удобство при работа.



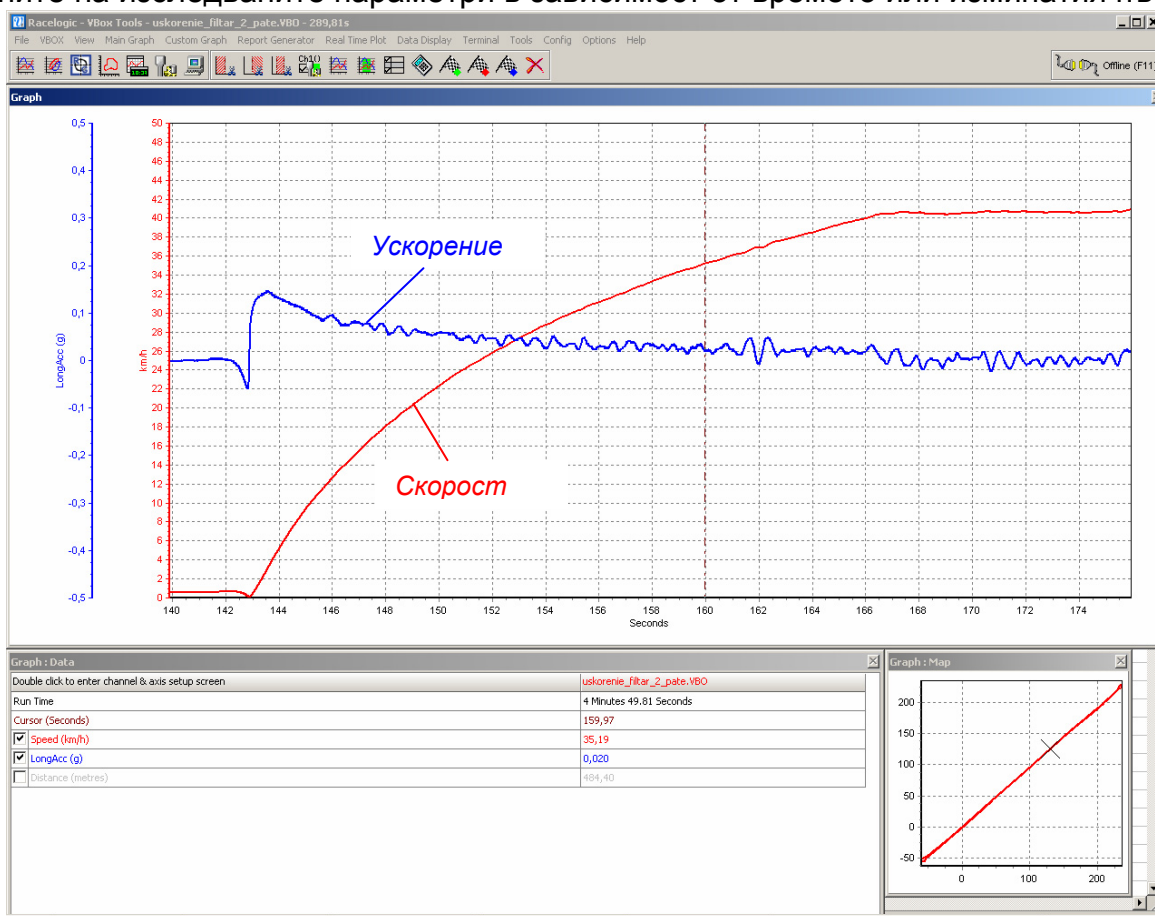
Такава е система VBOX 3i Data Logger (фиг. 2), на фирмата Racelogic Ltd – UK [7]. Тази система се използва за различни изследвания на параметрите на мобилните средства [5, 7].



Фиг. 2. VIBOX 3i: 1- Захранващ кабел; 2-GPS модул; 3-SD карта; 4- GPS антена

Методиката на изследването включва провеждане на серии от опити за определяне на времената, разстоянията и средните ускорения на електромобил *Free Duck* при ускоряване до различни скорости и аварийно спиране. Изследванията са проведени върху суха хоризонтална настилка от асфалтобетон, при слънчево време и полезен товар с пасажера на електромобила – 160 kg.

Резултатите от проведеното изследване са обработени със софтуер *Vbox Tools* (фиг. 3). Той предоставя възможност за графично и таблично представяне на данните на изследваните параметри в зависимост от времето или изминатия път.

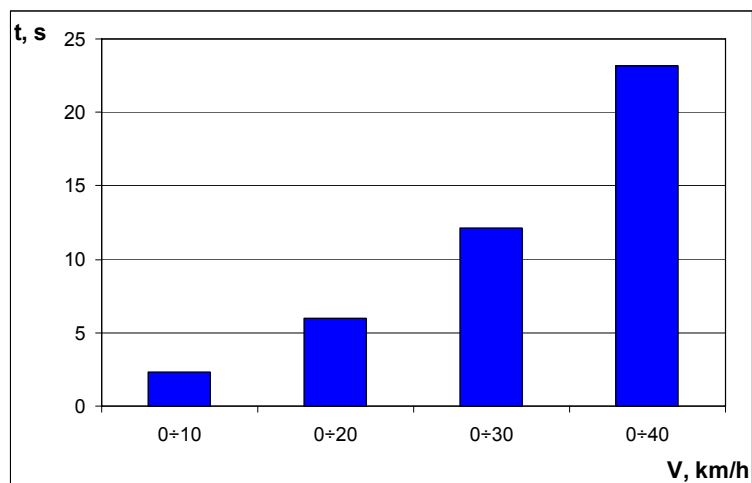


Фиг. 3. Изменение на скоростта и ускорението в зависимост от времето при ускоряване на *Free Duck*

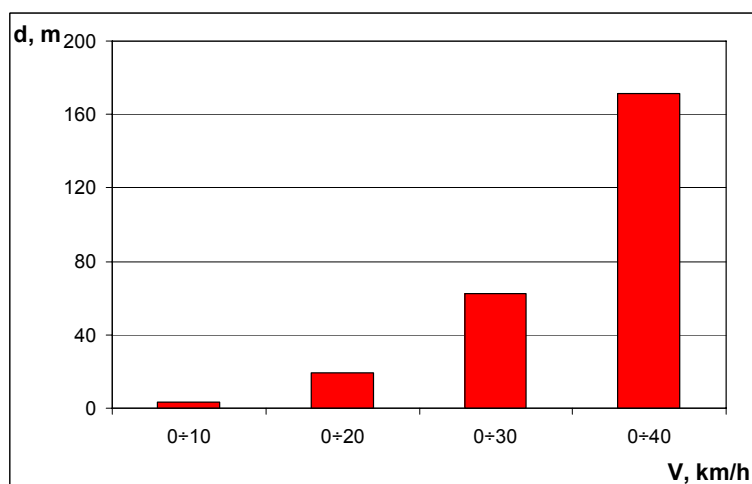


За постигане на висока точност при определяне на спирачния път и спирачното закъснение към спирачния педал бе поставен сензор, който показва точно момента на натискане на педала.

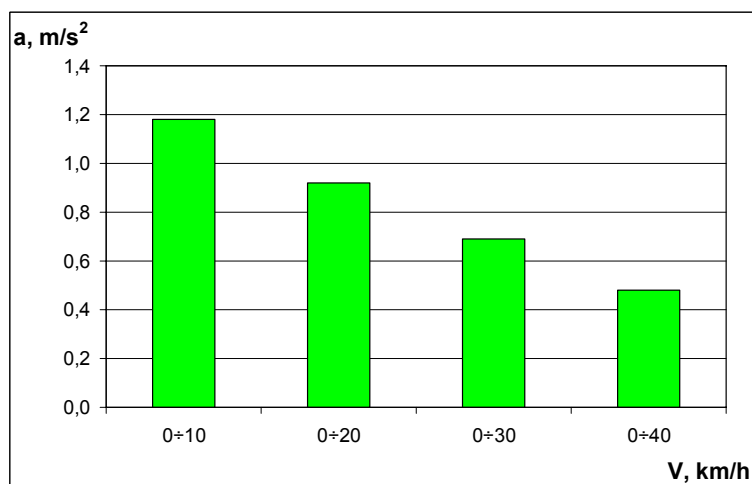
На фиг. 4, 5 и 6 са представени графично резултатите от проведеното изследване на времената, разстоянията и средните ускорения на електромобил *Free Disk* при ускоряване до различни скорости.



Фиг. 4. Изменение на времето за ускоряване в зависимост от скоростта



Фиг. 5. Изменение на разстоянието за ускоряване в зависимост от скоростта



Фиг. 6. Изменение на ускорението в зависимост от скоростта

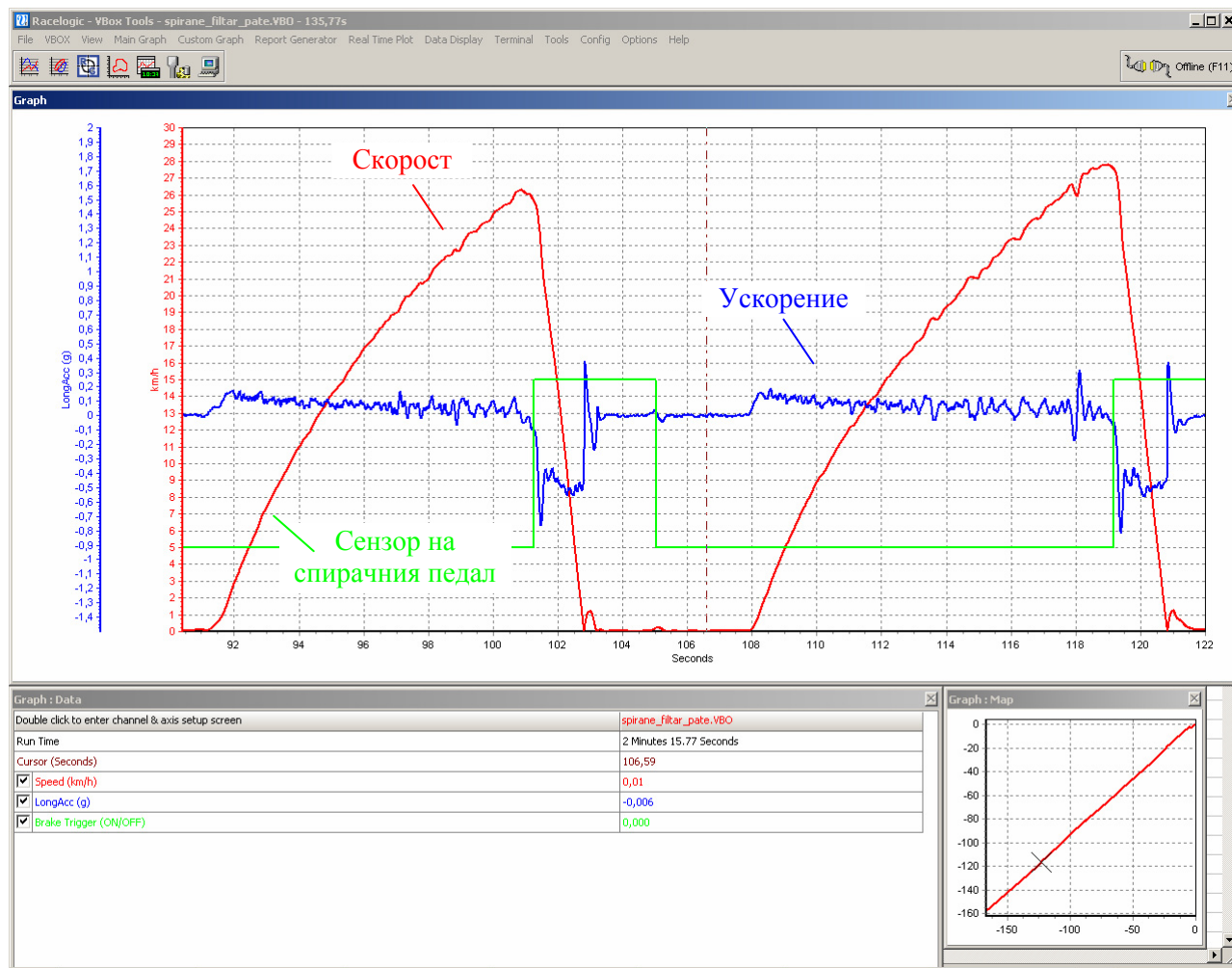


Анализирайки резултатите следва да се отбележи, че времето което е необходимо да се ускори *Free Duck* (фиг. 4) до скорости 10, 20, 30 и 40 km/h е съответно: 2,3; 6,0; 12,1 и 23,2 секунди.

Разстоянието, което *Free Duck* изминава (фиг. 5) за достигане на скорости 10, 20, 30 и 40 km/h е съответно: 3,3; 19,0; 62,3 и 171,6 метра.

Средното ускорение на *Free Duck* (фиг. 6) за достигане на скорости 10, 20, 30 и 40 km/h е съответно: 1,2; 0,9; 0,7 и 0,5 m/s².

На фиг. 7 графично е представено зависимостта на изменението на скоростта и ускорението в зависимост от времето при аварийно спиране на *Free Duck*.



Фиг. 7. Изменение на скоростта и ускорението в зависимост от времето при спиране на *Free Duck*

Определянето на динамичните характеристики при спиране е извършено за скорости около 27 km/h. Спиране от максимална скорост на *Free Duck* не е изследвано от гледна точка на безопасността.

Средното спиращо закъснение за спиране в конкретните условия е 4,74 m/s². С това закъснение *Free Duck* спира от скорост 7,5 m/s за 1,6 s, изминавайки 6,0 метра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведеното изследване на динамичните характеристики на електромобил *Free Duck*, могат да се направят следните основни извода:



- представен е съвременен метод за измерване на динамичните характеристики на мобилни обекти;

- за ускоряване на *Free Duck* до скорости 10, 20, 30 и 40 km/h, времето което е необходимо е съответно: 2,3; 6,0; 12,1 и 23,2 секунди. Разстоянието е съответно: 3,3; 19,0; 62,3 и 171,6 метра, а средното ускорение е съответно: 1,2; 0,9; 0,7 и 0,5 m/s²;

- електромобилът *Free Duck* спира от скорост 7,5 m/s до пълно спиране за 1,6 s, изминавайки 6,0 метра със средно спирачно закъснение в конкретните условия - 4,74 m/s².

Резултатите от проведеното изследване могат да бъдат полезни при определяне приложимостта на електромобил FREE DUCK за движение в градски условия.

Изследванията са подкрепени по договор № BG051PO001-3.3.04/28, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите“. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Асенов А., В. Пенчева. Използване на електромобил Free Duck за оптимизиране на разходите в пощенската дейност при „Български пощи“- ЕАД гр. Русе. НТК ЕКО-Варна'09. Златни пясъци. Варна. 2009.

[2] Пенчева, В., А. Асенов. Пригодност на автомобил Free Duck за превози в пощенската дейност. НКМУ ЕКО Варна.2010

[3] Пенчева, В., А. Асенов, С. Стоянов. Добри практики за устойчив транспорт при пощенските услуги. МК Науката и образованието за устойчив транспорт и мобилност в Европа. Русенски университет. Русе. 2-3.12.2010

[4] Asenov A., V. Pencheva.: *Dynamic properties of post electromobil Free Duck*. UNIVERSITY OF PITESTI, SCIENTIFIC BULLETIN. AUTOMOTIVE series, year XII, no.16. 2008, ISSN 1453-1100

[5] Marinov M., J. Gelkov, D. Lyubenov. A study of vehicle movement parameters during overpass and overtaking. International Conference “Quality and reliability of technical systems”, Nitra, 2010. p 278-283.

[6] Pencheva, V, A. Asenov. An opportunity of introducing alternative vehicles for postal services within urban environment. UNIVERSITY OF PITESTI, SCIENTIFIC BULLETIN. AUTOMOTIVE series, year XII, no.16 2008, ISSN 1453-1100.

[7] <http://www.racelogic.co.uk>

За контакти:

Гл. ас. д-р Даниел Любенков, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888605, e-mail: dliubenov@uni-ruse.bg



Приложение на електрическото задвижване в самоходни машини за земеделието

Р. Иванов, И. Евтимов

Application of electric traction in agriculture vehicles. The paper reviews several types of electric vehicles, used in agriculture. Pictures and technical characteristics of different types electric agriculture vehicles are given.

Key words: *Electric Traction, Agriculture Electric Vehicles*

ВЪВЕДЕНИЕ

Самоходните машини с електрическо задвижване се използват не само за транспорт (електромобилите), но в последните години и за различни приложения в земеделието]. Вече са разработени множество различни по конструкция и предназначение машини [1...12].

Целта на този доклад е да разгледа различни конструкции и анализира възможностите за използване на електрическо задвижване в земеделието.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Най-често електрическо задвижване се използва при самоходните косачки и градинските трактори [1,2,3,4,5]. Някои примери в тази област са показани на фиг. 1...3. Макар и привидно различни, тези машини имат много общи черти в конструкцията. Различен диаметър на предните и задните гуми, разположение на косачката между мостовете, малки габарити и тегло като и липсата на кабина са някои от общите черти на тези машини. Обикновено акумулаторните батерии са над задвижващия мост за подобряване на сцеплението.



Фиг. 1. Електрически косачки на фирмата Edmond Electric Co. LTD [2]



Фиг.2. Общ вид на 2004 MTD Lawn Tractor [4]



Фиг.3. Общ вид на 2009 Elektra [5]

Има и машини от тази група, при които за намаляване на теглото, конструкцията е съвсем опростена и с намален комфорт (фиг.4) и екзотично управление например с джойстик.



Фиг. 4. Общ вид на Zero [6]

Както и при ектромобилите, така и при тракторите се правят опити за оползотворяване на слънчевата енергия. Един пример за зареждане на батериите на електрически градински трактор със слънчева енергия е показан на фиг.5. Преносим слънчев панел при подходящи условия се свързва и зарежда батерията на градинския трактор.

Фиг. 5. Общ вид на *Batt Mower* със слънчевия модул за зареждане [7]

Машините за предназначени за работа в оранжерии се очаква да намират все по-голямо приложение, поради ограничените размери на площадката и възможностите за хранване директно от мрежата. Съществуват многоцелеви оранжерийни машини (фиг.6) и специализирани за определени операции (фиг.7). Многоцелевите се характеризират с това, че платформата е универсална и човекът седи върху машината. Тя може да се използва за прибиране на реколтата, връзване,



пръскане и други операции в мвеждуредията на оранжерията. Органите за управление са максимално опростени.

Показаната на фиг.7. машина за садене се управлява с краката, за да може ръцете на работника да са свободни за саденето. Човекът е седнал много ниско, близо до земята за да му е удобно. Встрани от ръцете му има платформи за поставяне на разсадъчния материал.



Фиг. 6. Общ вид на многоцелева машина за оранжерии POM-2 [8]



Фиг. 7. Общ вид на машина за садене VERDE [8]



Правени са и опити [9,10] за създаване на по-големи, универсани електрически трактори, използващи слънчевата енергия. Показаната конструкция (фиг.8) е с мощност от 44 kW. Слънчевият панел служи за покрив и може да се накланя около надлъжно разположена ос за да се използва максимално падащата слънчева енергия. Носещата конструкция е тип самоходно шаси, като акумулаторната батерия е разположена пред задвижващия мост.



Фиг. 8. Общ вид на Solar Electric Tractor [9]

Освен тракторите в земеделието може да се използват и помощни машини с електрическо задвижване, като транспортни средства за пренасяне на малки товари, които дори може да се използват за пазаруване или електрически ATV (фиг.9). В първият случай машината е за облекчаване труда в градини, оранжерии или на домакините при пазаруване, а във втория – за движение по пресечени местности.



Фиг. 9. Общ вид на Chimp и E-ATV на Doran Electric Vehicles [11]

Има разработени електрически товарни автомобили (фиг.10). те обикновено са с малка товарносимост и ограничен пробег. Използват се за транспорт на продукцията на къси разстояния или в закрити помещения като цехове, оранжерии и др. Обикновено батерията е под рамата, между двата моста. Тези машини са аналози на платформените кари, но имат по-голям периметър на действие и могат да изминават по-дълги преходи.

Основните технически показатели на някои от описаните машини с електрическо задвижване са обобщени в табл.1.



Фиг. 10. Общ вид на Might-E Truck [12]



№	Модел		Електрическа градинска косачка	Chimp	E-ATV	Многоцелева машина за оранжирини POMA-2	2004 MTD Lawn Tractor	Batt Mower	Zero	Solar Electric Tractor	Might-e Truck
	Технически показатели	Производител									
1		Edmond Electric Co		Doran Electric	Doran Electric	Asparagus	Julien Weiyang	EV Integrated Electronics	-	-	-
2	Полезен товар, kg	-	136	295	295	-	1 човек	-	-	-	Самосвал, 425кг + 2 пътника
3	Собствена маса, kg	-	87	540	540	220	90	-	-	-	955
4	Работа с едно зареждане, часа	≈10	≈50 km	-	-	-	-	-	4	-	≈90 km
5	Габарити L/B/H, mm	-	1118/724/1220	1778/775/952	1778/775/952	-	-	-	1930/1498/940	-	3480/1530/1780
6	Междусово разстояние, mm	-	650	1,25	1,25	-	-	-	-	-	1,83
7	Пътен просвет, mm	-	165	152-190	152-190	-	-	-	-	-	180
8	Мин. радиус на завои, m	-	1,00	2,25	2,25	-	-	-	-	-	3,01
9	Максимална скорост, km/h	-	18	24	24	-	16	6	14	-	40
10	Акумулаторна батерия	Оловна, с дълбок разряд	Оловна – с маса 54 kg 2x12V/115Ah	Оловна 3 x 8V	Оловна 2x12V/80Ah	Оловна стартерна – 4x12V	Оловна 3x12V/75Ah	Оловна 48 V/ 200 Ah	Оловна 12x6V/225Ah	-	-
11	Работно напрежение, V	-	24 V	24 / 36	24 / 36	24	48	36	48	-	72
12	Мощност на електродвигателя, kW	3 независими електродвигателя	DC 1,0	DC 5,0/6,5	DC 5,0/6,5	-	-	DC, от голяф газ	2, общо 15,4	44	АС 11,8
13	Преодоляван тях наклон, %	-	6	-	-	-	-	-	-	-	25граден/ 17гълен
14	Цена	-	3200\$	-	-	3700€	-	-	-	15000	25000\$



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За различни операции и дейности, свързани със земеделието, има разработени специализирани самоходни машини с електрическо задвижване. Разнообразието на конструкции е голямо – от най-популярните градински тракоти-косачки, през различни машини за транспортиране на продукцията, до строго специализирани машини, като тези за садене например.

Работният периметър на машините за обработка е твърде ограничен и затова те намират приложение в градината, в оранжерия или другаде, близо до източник за зареждане на батерията.

Въпреки някои опити, електрическото задвижване не се използва в универсалните тракторите от клас 06 и по-голям, и не може да бъде конкурент на ДВГ при тези машини, поради тежките условия на работа.

Цените на различните видове самоходни машини с електрическо задвижване са все още високи за стандарта на живот в България, но с поскъпване на горивата ще си пробиват път.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Coate J. Electric Tractors. The Natural Farmer, 2003
- [2] <http://www.electrictractor.net/>
- [3] <http://www.elec-trak.org/>
- [4] <http://www.evalbum.com/2696>
- [5] <http://www.evalbum.com/2641>
- [6] <http://reviews.husqvarna.com/7043/116625/husqvarna-husqvarna-rz4623-reviews/reviews.htm>
- [7] <http://www.evalbum.com/2587>
- [8] <http://www.asparagus.it>
- [9] <http://www.renewables.com/>
- [10] <http://www.freepowersys.com/>
- [11] <http://www.doranev.com/index.htm>
- [12] <http://www.canev.com/>

За контакти:

Доц. д-р Росен Иванов, Катедра „Автомобили, трактори и кари“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 528, e-mail: rossen@ru.acad.bg

Доц. д-р Иван Евтимов, Катедра „Автомобили, трактори и кари“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 527, e-mail: ievtimov@ru.acad.bg



Studying a course about human powered electric vehicles via the Erasmus LLP Intensive Programmes

Inayat Ali, Esther Bruce, Theodoros Christoforou, Daniel Fazakas, Oli Muddle, Panagiotis Papaioannou, Anastasija Serkova

Studying a course about human powered electric vehicles via the Erasmus LLP Intensive Programmes. The outcome of the Erasmus LLP Intensive Programme entitled "Powering the Future with Zero Emission and Human Powered Vehicles" as described by a group of the participating students is presented in this paper. The particular program is funded by the Greek National Agency for Erasmus programmes (States Scholarships Foundation) and aims in educating students about the technologies of human powered electric vehicles. The Intensive Programme took place in Terrassa, Spain on March 2011.

Key words: Electric vehicles, human power vehicles

INTRODUCTION

The Intensive Program (IP) is to bring a number of different countries together and research into the developments of Zero Emission Vehicles (ZEV). This program aims to design a realistic ZEV prototype which meets the exacting specification. The following sections outline the information given whilst on the trip and outline the specifications of the design that the group put together. Each section provides an outline of a topic studied during the IP. This is the bases that can then be used to create more detailed specifications and finally come up with the end product.

TOPIC 1: LOW DRAG VEHICLE DESIGN

Drag is a negative force reducing the forward momentum of a vehicle in motion. The three contributing factors of drag are rolling resistance, aerodynamic drag and vehicle weight. In this following chapter these drag factors will be talked about in more detail with regard to a human powered vehicle.

Rolling resistance occurs when a round object, in this case a rubber tyre rolls on a flat surface. It is caused mainly due to the deformation of the tyre (hysteresis), as the tyre is deformed and then releases as the wheel turns energy is absorbed. This energy taken up by rolling resistance opposes the forward motion of the vehicle.

There are many contributing factors to rolling resistance such as:

- The material of the tyre and condition of the road surface (friction coefficients).
- The heat of both of the above (effecting the friction coefficients).
- The angular velocity of the wheel (changes the R.R slightly).
- Wheel radius and width.

Rolling resistance is mathematically expressed by:

$$\text{Rolling resistance} = F_r \cdot M \cdot g \quad (1)$$

where, F_r is coefficient of rolling resistance, M is Mass and g is gravity.

Aerodynamic drag is the resistance caused by the friction between the air and the vehicle. It increases as the vehicle speed increases but can be minimised by changing the shape of the vehicle.

$$\text{Air resistance} = \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_d \quad (2)$$

where A is vehicle's frontal area, V is velocity of vehicle and C_d is drag coefficient.

There are many reasons for high weight on human powered vehicles: to improve safety (stronger chassis), legislation (lights, indicators ect.), drivetrain (peddles, chains R.B



system) etc. The main aim in designing a human powered vehicle with regards to weight is to reduce it as possible. This can be done using innovative chassis design, low weight materials and so on. Moreover:

$$\text{Weight} = \text{Consumption} \tag{3}$$

If the weight of the vehicle can be reduced then the occupant can travel further, with less effort, therefore making a human powered vehicle a more attractive option.

TOPIC 2: CAD/CAM

CAD software is used in order to assist the engineer in the design and optimisation of a product. It allows all types of engineers to have a visual prototype and ideas to be tried easily. A simulation can be run in real time and since this is a dynamic model, it means that it varies with time. The drawings of Figure 1 illustrate the initial design which has been developed by the group.

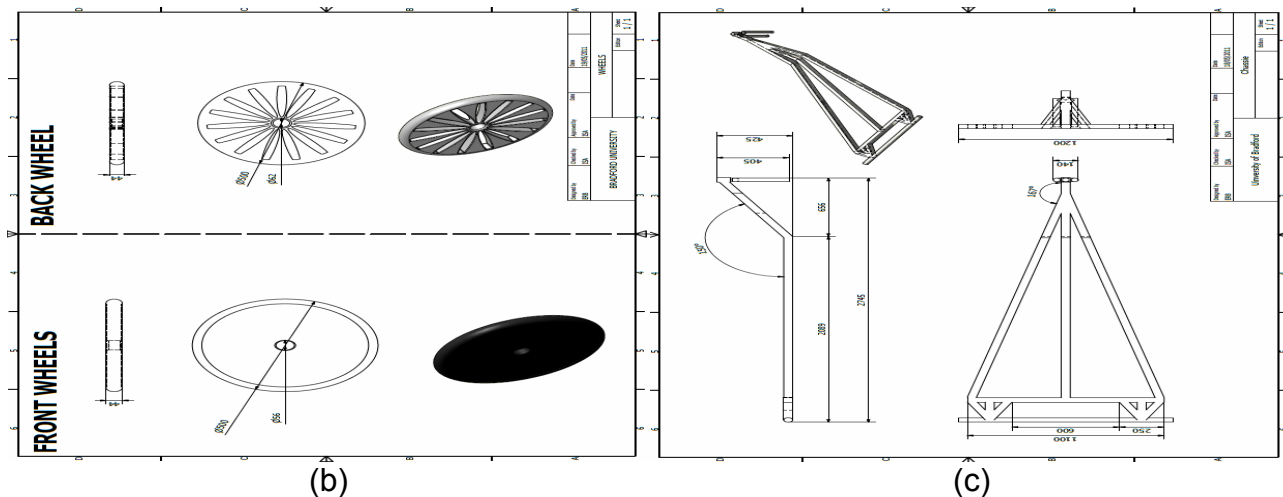
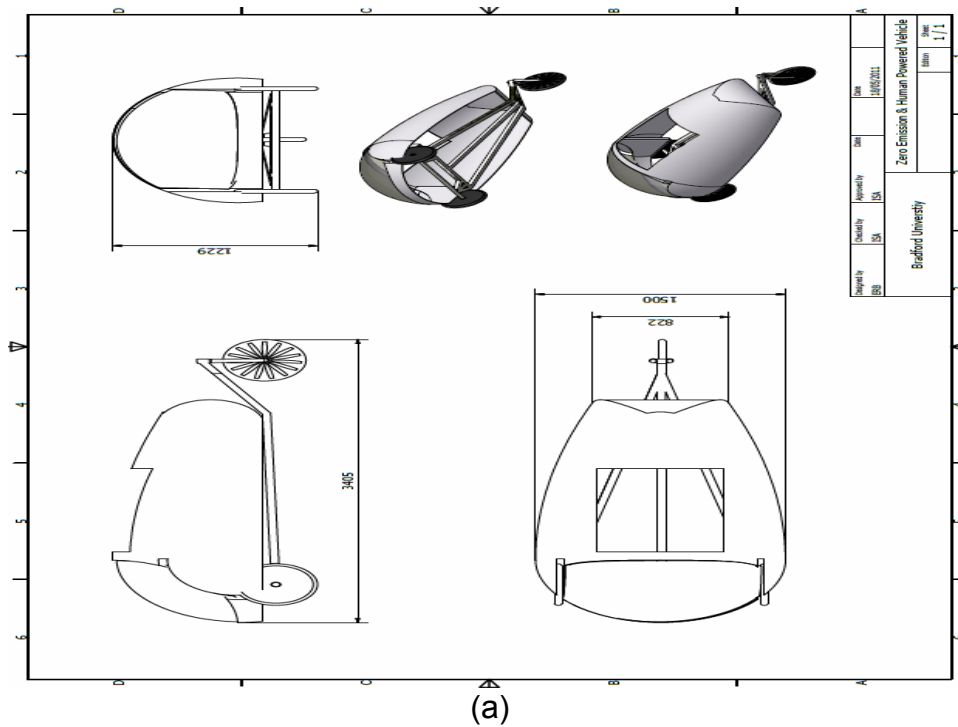


Figure 1: Computer aided designs of a human powered vehicle prototype.



TOPIC 3: VEHICLE STABILITY DESIGN

The stability of a vehicle is an important factor to consider during its design. Stability analysis forms a part of vehicle handling and its aim is to ensure that the vehicle follows the path desired by the driver under all road and speed conditions. A stable vehicle is well regarded from both a performance and safety point of view. The main components affecting stability are the tyres, brakes, suspension, weight distribution, position of centre of gravity and overall dimensions of the vehicle. Also, electronic control systems play a fundamental role in modern cars, acting to vary the parameters of each of the previously mentioned elements in real-time, as a response to driver and road input.

However, a commercially-viable human powered vehicle will have unprecedented restrictions on weight, which could make such electronic systems impossible to incorporate. Also, legislation might place an HPV in a class between bicycles and category B cars, which means safety requirements are not as harsh as in automobiles. It is therefore essential to design the mechanical components which affect the vehicle handling in a way that maximises stability and safety at speeds of up to 50 mph, or whichever the required speed will be.

The objectives to be achieved in the design for stability are:

- 50% to 60% of the weight should be on the front wheels, to achieve slight understeer for the best stability at high speed.
- Since an HPV tends to have a long wheelbase due to the sitting position of the driver, it will also need larger steering angles, which may be a problem due to space limitations caused by the need for pedalling. Therefore, it is important to minimise the wheelbase if a good turning radius is to be achieved.
- The toe angle of the front wheels needs to be 0 to minimise rolling resistance, which is important in order to reduce energy consumption. This will have a slightly negative effect on straight line stability, which requires a toe in angle.
- Because there is a limitation on the electronic stability control systems that can be used, it is important for the driver to have a good feel of the road through the steering wheel in order to compensate for this. Such behaviour is common in race cars and is achieved partly through a positive scrub radius. This also helps the wheels return to their forward direction after a turn. However, it might be necessary to have a positive scrub radius if the McPherson strut suspension is used for the front, or if the space limitation requires it.
- The height of the centre of mass is a very important parameter and must be located as low as possible to prevent roll-over. Unlike bicycles and motorcycles, which lean towards the centre of the curve while turning, a three-wheeled HPV will suffer from significant weight transfer without complex mechanical linkages to avoid this. This means the driver, which contributes to a significant proportion of the weight, has to sit very low and therefore there is little room for the powertrain elements.
- A positive caster angle is required for straight-line stability and wheel return-ability after turning. Also, zero camber angle is ideal in order to minimise tyre wear and reduce the turning effort, which may not be aided by power steering.
- The front track width should be as large as is necessary to avoid roll-over at maximum speed. This could imply having the wheels outside the main body of the vehicle.
- Ackerman steering would be ideal in such a vehicle in order to achieve neutral steer and reduce tyre wear.

TOPIC 4: HUMAN POWER

Planet Earth is habitant by around 7 billion peoples. Each of them is individual with its own properties, that is age, sex, size, motivation, physical condition etc. Human produces about 100 W of heat at rest (Basic Metabolic Rate). While generating mechanical power,



the heat release power increases. For example 100 W of mechanical power means more than 100 W of heat since the efficiency of human body below 50 %. Also, power output is time dependent, that is more time corresponds to less power. Peak power can be maintained only for a short while. Human Power is easy to deliver through legs. Therefore, legs have the strongest muscles [6].

All these factors influencing critically a new design of HPV. First of all it will affect the power output that can produce each individual. Therefore, to identify the power output that each potential owner of this kind of vehicle can produce, a simple test has been taken. Each of the IP course percipient is trying to produce the maximum output power for 1 minute using stationary bike in the local gym. Figure 2 represents resulting output performance of some students. The power measured in Watts for 1 minute.

The average power output of our group is calculated to 517 W. Therefore, this is average performance for only 1 minute. Furthermore, it can be stated that these measurements is power output just for 1 minute as each of the percipience showed the maximum performance. Besides, this performance cannot be achieved after 1 minute of pedalling so it can be stated that average person cannot produce power output of about ~517 W for more than 1 minute.

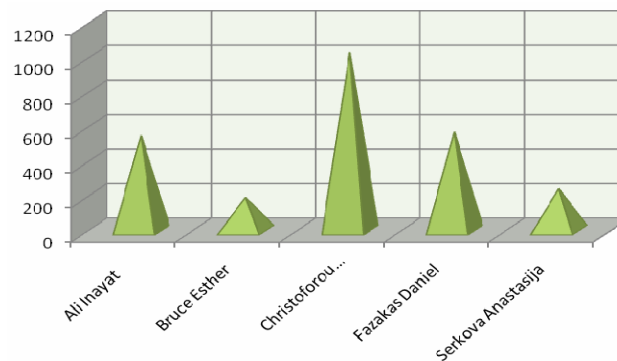


Figure 2: Students pedalling results in W.

Each group member produced different output power, which influenced by the aforementioned human being features. As an example, it can be stated that women produce at twice less power for the same period of time in comparison with men, according to the represented test results.

As one of the design requirements, it has to be considered in main design of HPV that human being is unable to produce high power output. Secondly, this test took place in sport centre where road, weather conditions and etc. are ideal in comparison with real life driving conditions like road load forces and etc. Furthermore, the overall design of the HPV will have huge influence on produced power output, as such:

- Mass of the vehicle
- Vehicle drag coefficient (C_d)
- Powertrain efficiency
- Cross section area of the vehicle
- Rolling resistance and etc., according the following formula:

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot C_d \cdot v^2 + f_r \cdot m \cdot g \quad (4)$$

There are many influencing factors that have to be included in the final design of the HPV. These factors are: individual human properties, driving conditions, road conditions, vehicle properties, weather conditions and etc. Therefore, a lot of work needs to be done before final HPV design is realised.



TOPIC 5: ELECTRICAL DRIVETRAIN

Electric drivetrains are used in a number of electric or hybrid electric vehicles such as the Toyota Prius and Mitsubishi i-MEV, and are found in many different arrangements depending upon the vehicle requirements. They are not the sole method of propulsion for a vehicle, although there are pure electric vehicles on increasingly more common method is to use them in conjunction with another energy source such as internal combustion engine. However the basic components that make up the drivetrain are usually similar.

At first, the energy source for the drivetrain. In velomobiles, usually batteries are used in conjunction with ultracapacitors. Other energy sources such as flywheels or fuel cells can be employed, however this technology is still developing and not employed in velomobiles. The battery specification of an electric vehicle is of great significance since they define the range and performance of the vehicle and constitutes the more costly component. There is a number of factors that should be taken into account when selecting the power source, like:

- A high specific energy gives good mileage
- High specific power is important for acceleration and regenerative braking
- High Efficiency, low cost and low maintenance
- Safe (Dry cell batteries use gel to prevent acid leakage)
- Easy management and friendly for the environment

The purpose of the batteries is to provide DC current to the electric motors over a long time period. Therefore the power, voltage, current and capacity should be considered. Capacity can be defined as

$$\text{Capacity (Wh)} = \text{Consumption rate(Wh/km)} \times \text{Range (km)} \quad (5)$$

Peak power is the power that can be produced for short periods of time when demanded for acceleration or a steep gradient. Peak power is defined as:

$$\text{Peak Power} = \text{Peak Amps} \times (\text{Voltage} - \text{Peak Amps} \times \text{Internal Resistance}) \quad (6)$$

Continuous power supplies the vehicles constant demands and is defined as:

$$\text{Cont Power} = \text{Cont Amps} \times (\text{Voltage} - \text{Cont Amps} \times \text{Internal Resistance}) \quad (7)$$

In order to harness the power provided by batteries, a control system must be used this maintains charging voltage and currents appropriate for the batteries, controls discharge, monitors state of charge and in some cases control the motor generator also.

Electric motors convert electrical energy into mechanical energy and can also be used as generators to convert mechanical energy to electrical energy, as is often the case this process is never 100% efficient and there are always inevitable energy losses, which may come in other forms of energy such as heat, sound, friction etc. There is a number of requirements for an electric vehicle motor as listed below:

- High rate of acceleration and deceleration
- Hill climbing (High torque/low speed)
- Cruising (Low torque/high speed)
- Wide band of operation
- Low maintenance, high efficiency, high reliability and low cost

Depending upon the motor specification a gearbox may be required. The function of a gearbox is to transmit the rotational motion of a driving input to a driven output. The driving and driven equipment may operate at different speeds requiring a speed increasing



(step-up) or speed decreasing (step-down) gearbox, this feature allows each piece of equipment to operate at its most efficient speed. The gear ratio of the gearbox can be specified as required as there is no limit to the ratio that can be achieved, however for large ratios the arrangements of the gears can be quite complex. The gear ratio is the relationship between pitch diameter of the larger and smaller wheel, the pitch diameter is related with the number of teeth found on the gear, and therefore the gear ratio can be found by simply dividing the number of teeth on the large gear by the number of teeth on the pinion gear [1].

In order to achieve the full potential of the chosen components, a control system should be incorporated. This acts similarly to an engine control unit as found in all modern vehicles. The controller receives digital information from various sensors located in the vehicle such as throttle position and produces appropriate output for batteries and motors.

Electric drivetrains can be very effective. Properties such as peak torque at start-up of electric motors make them ideal for the application of vehicle propulsion, they are also low maintenance and highly efficient. However the main issue facing electric vehicles still is the energy source, batteries have improved over the years reducing in size and weight while increasing power density. Nevertheless, they are still the most costly component of the drivetrain, they are heavy and can lead to poor performance and handling, most importantly though even with regenerative braking they do not offer a range near that of an internal combustion engine and recharging can take several hours.

TOPIC 6: MECHANICAL DRIVETRAIN

The purpose of this topic is to study the mechanical aspects of the design of a human powered / assisted vehicle. A vehicle drivetrain or powertrain consists of all the components that generate power and deliver it to the road surface. This includes the power units, transmission, drive shafts, differentials, and the final drive.

Using the Simulink software we can build a model simulation, and we can analyze the system. Simulink provides a graphical user interface for building models as block diagrams. As we can observe from the above diagram we have for the sources the inputs to the dynamical system and the output of the system is received by sink.

Usually, for rigid bodies, we have a combination of two motions, translational and rotational motion. Translation motion is the movement which can be resolved into components along one or more of the three axes. In the other hand in rotation we have components rotating about one or more of the axes. For example, cam and linkages can be used to obtain motions which are prescribed to vary in a particular manner. Moreover the rack and pinion can be used to convert rotational motion to linear motion.

There are different types of loading the main types of which are bending load, axial load and torsion load.

Gears are the most common mechanism that is used in order to transmit mechanical power from one rotating shaft to another. Also, to transmit power from a source to the required point of application we can use:

- Pulleys
- Belts
- Chains
- Hydraulic and electrical systems
- Gears

If the distances of power transmission are large, gears are not suitable and chains and belts can be considered. If high speed drive is required, gear trains offer a competitive and suitable solution. Gears for use with parallel shafts may have axial teeth with the teeth cut along axial lines parallel to the axis of the shaft. Alternatively they may have helical teeth with the teeth being cut on a helix and are then termed helical gears. Therefore, the



inclination of the teeth to the axis of the shaft results in an axial force component on the shaft bearing. Moreover this can be overcome by using double helical teeth.

The benefits of using gears are: drives include reversibility, configuration at almost any angle between input and output and their suitability to operate in arduous conditions. The choice of a lubricant depends on operating conditions. At peripheral speed up to 18 m/s it is preferable to use lubricant with low viscosity to avoid churning of the fluid and facilitate splash lubrication. For very high gear forces lubricants with great viscosity are used and for faster gears speeds a pressurized feed system may be necessary. The existing types of lubrication are hydrodynamic, hydrostatic, solid-film and boundary layer.

Belts and chains are elements of a drive system that also includes electric motors, IC engines, and pulleys or sprockets. The main purpose is to offer a flexible smooth operation and power transmission at relatively low cost, from one shaft to another. Belt drives depend on friction or mechanical interference between belt and pulley surfaces for the transmission of power. On the other hand, a chain drive consists of an endless linked chain that meshes with the toothed wheels. The toothed wheel is called sprocket. The advantages and disadvantages of belt and chain drives are listed in table 1.

TABLE 1: Advantages and disadvantages of belt and chain drives

Mechanical part	Advantages	Disadvantages
Belt	<ul style="list-style-type: none"> Simple installation High reliability Easy maintenance High operational speeds Can tolerate non parallel drive shaft 	<ul style="list-style-type: none"> Damage due to shock loading Less compact than chains or gear devices (for same power output)
Chain	<ul style="list-style-type: none"> Can be driven on both sides More compact Stronger due to being manufactured from steel Can transmit more power 	<ul style="list-style-type: none"> Less speed ratios than belts More dangerous than most belts

The main function of bearings, also known as rolling contact bearings, rolling element bearings or rolling bearings, is to maintain moving and stationary parts of machines in the correct relative positions and to transmit loading between these parts. The principle of rolling element bearings is very simple, so simple, in fact, that nobody knows when or by whom it was first conceived. The built-in precision of rolling element bearings accounts for their high efficiency, usually exceeding 0.99. Rolling element bearings require no run-in (unlike sliding bearings) period, since there are no high spots to wear off.

Bearings typically have to deal with two kinds of loading, radial and thrust. The loading may be radial (i.e. acting normal to the axis of rotation), axial (i.e. acting parallel with the axis of rotation), or a combination of both. Bearings may be classified broadly according to the motions they allow and according to their principle of operation as well as by the directions of applied loads they can handle.



To be able to select the optimum bearing for an application requires knowledge of the different capabilities of the various types, and also a full appreciation of the operating conditions in which the bearing has to function. There are numerous bearings available with some that have been developed to meet special requirements. These include ball bearings, roller bearings, ball thrust bearings, roller thrust bearings and tapered roller thrust bearings.

For standard bearings the material used for the elements and races are either through hardening steels (1 % Carbon / 1.5% Chromium e.g. BS970 534A99) or case hardening steels (Chromium-Nickel and Manganese-Chromium + 0.15% Carbon). To maintain alignment and ensure balance, the rolling elements are equally spaced around the track by the cage. The tolerances selected for the bearing shaft and housings are critical to ensure the correct fit. If the fit is too loose (i.e. a large clearance fit), the bearing may abrade the shaft and/or housing. If the fit is too tight (i.e. a large interference fit), the bearing may be damaged because of the heat generated while operating with an insufficient internal clearance. This condition is called bearing preload.

CONCLUSIONS

To conclude, a human powered vehicle has very specific requirements in order to be stable. It combines principles from automobiles and bicycles and therefore makes compromises between good handling and safety necessary. This report details the initial design that the student team from the University of Bradford has outlined for the HPV concept. The areas in this report that detail the designs of an HPV, are the concepts for low drag design, the CAD drawings, the vehicle stability design, the capabilities of human power, the electrical drivetrain and the mechanical drivetrain.

ACKNOWLEDGMENT

The Erasmus LLP Intensive Programme of 2010-2011 entitled "Powering the future with zero emission and human powered vehicles" was funded by the State Scholarship Foundation as Greek National Agency for Erasmus programmes (2010-1-GR1-ERA10-04393).

REFERENCES

- [1] Lynwander, P. *Gear drive systems design and application*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1983.
- [2] *Drive design and maintenance manual*. Fenner, 2011.
- [3] <http://www.sdp-si.com/web/html/newprdbelts8.htm>
- [4] http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Drive/Gear_lubrication.html
- [5] <http://health-articles.net/how-to-build-big-powerful-strong-legs/>
- [6] <http://www.ip-zev.gr> (IP Lecture notes)

ABOUT THE AUTHORS

Inayat Ali, Esther Bruce, Theodoros Christoforou, Daniel Fazakas, Oli Muddle, Panagiotis Papaioannou, Anastasija Serkova, Students - Department of Engineering, Design & Technology, University of Bradford



Изпитване на експериментални образци на оловни акумулаторни батерии за електромобил в реални пътни условия

Иван Миленов

Testing of experimental models of lead acid batteries for electric vehicle in real driving conditions. The report presents the results of tests of experimental models of traction lead batteries produced by company Monbat - Bulgaria. The batteries are mounted on electric vehicle to VTU "Todor Kableshkov", which is specially designed and equipped as a testing laboratory. During the movement of electric measure voltage and current of the battery power and energy, and recuperated ones. Road tests were conducted in urban and suburban driving conditions. The results allow to assess the quality of the test samples as traction batteries for electric cars.

Key words: lead acid batteries, electric cars, movement of electric measuring

ВЪВЕДЕНИЕ

Поредната петролна криза принуди големите фирми производители на автомобили да преразгледат своите планове за бъдещо развитие. Повечето водещи автомобилостроители обърнаха поглед към електромобилите, пред които се очертават отлични перспективи. Основната причина за това е факта, че електрическата енергия може да се добива от различни енергийни източници. Особено внимание сега се отделя на развитието на енергопроизводството от т.н. възобновяеми източници – слънце, вятър, вода и др. Силна подкрепа на новите проекти се получава и от страна на еколозите. Все по-често те посочват, че климатичните изменения могат да придобият необратим характер и да заплашат самото съществуване на човешката цивилизация. Поради това, все повече хора оценяват електромобилите като една бъдеща алтернатива на конвенционалните автомобили и инвестират в тяхното развитие.

У нас макар и в по-скромни мащаби се дискутират перспективите за развитие на този нов транспорт, като дори се говори за организиране на производство на електромобили. Посочват се традициите на нашата страна в електрокароостроенето и водещото място, което сме заемали преди години.

В настоящия доклад се анализират някои от най-специфичните въпроси свързани с бъдещото развитие на електромобилите. Става дума за акумулаторните батерии, осигуряващи автономния пробег на електромобила. От тях и от техните технически параметри и характеристики в голяма степен се определя техническото ниво на електромобила, като цяло. Ето защо още в началния етап на проектиране на електромобила се прави избор на типа на акумулаторните батерии, като от каталозите на фирмите производители се избират съответните параметри и характеристики, отговарящи на техническото задание. Фирмите производители на акумулаторни батерии изпитват своята продукция в специализирани лаборатории в съответствие с изискванията на стандартизационните документи. За съжаление обаче, условията при които работят акумулаторните батерии монтирани на електромобилите, съществено се различават от тези при които се провеждат изпитанията в специализираните лаборатории. Няма да е преувеличено ако се каже, че експлоатацията на акумулаторните батерии, монтирани на електромобилите е „жестокa“. Те са подложени на удари и вибрации, възникващи при движението на возилото, трябва да работят надеждно в широк температурен интервал (например от - 20 °C до + 40 °C), но най-тежките режими са по отношение на електрическите натоварвания. В реални експлоатационни условия трудно може да се определи цикъла заряд-разряд, както това се прави при лабораторните изпитания. Предварително не се знае вида и характеристика на зарядното устройство, за да



може да се определи точно цикъла на заряд на батерията, а по отношение на разряда картината е още по-сложна. Разрядния ток е функция на променящото се натоварване по време на движението на електромобила. То от своя страна зависи от хоризонталния и вертикалния профил на пътя, от скоростта на движение, от вида и състоянието на настилката и на гумите и др. произволно променящи се фактори. Очевидно е, че стандартизираните лабораторни изпитания на акумулаторните батерии се различават от реалните условия на работа на акумулаторните батерии при експлоатацията на електромобила. Ето защо в настоящия доклад се анализират изпитания на акумулаторни батерии проведени в реални пътни условия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За провеждане на изпитанията от фирма Монбат са предоставени комплект от 6 бр. акумулаторни батерии от типа ML220C показани на фиг. 1.



фиг. 1

Това са тягови оловни акумулаторни батерии с обездвижен електролит (гелови), които са необслужваеми, не отделят вредни газове и имащи специална конструкция, позволяваща дълбок разряд. Батериите са монтирани на електромобил-лаборатория, който има възможност по време на движение в реални пътни условия да измерва и записва в паметта на компютър голям брой параметри, предварително определени според целите на изпитването. На фиг. 2 е показан външният вид на електромобила-лаборатория на ВТУ „Тодор Каблешков” – София.



Фиг. 2



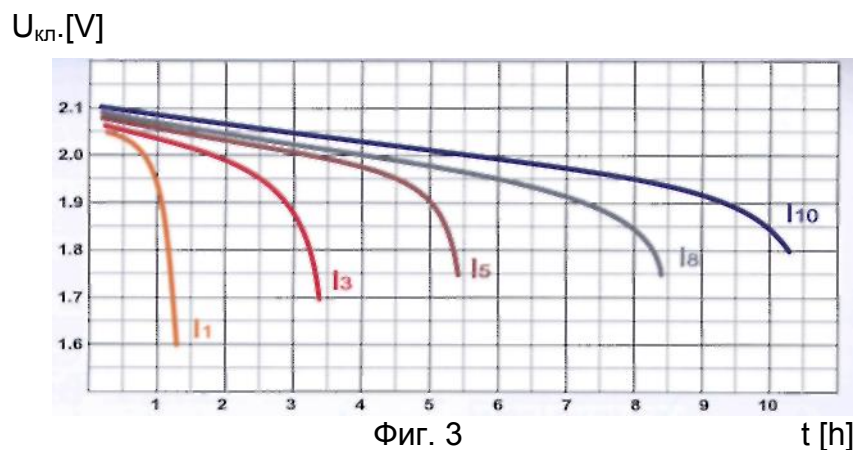
Основните технически параметри, които характеризират акумулаторните батерии са: капацитет; специфична мощност; специфична енергия; енергийна плътност; срок на служба;

Капацитетът представлява количеството електричество в амперчасове, което напълно заредена акумулаторна батерия отдава при разреждането си до определено крайно напрежение. Производителите на акумулаторни батерии дават т. нар. номинален капацитет, съответстващ на определен разряден ток, температура и крайно напрежение. Обикновено капацитетът на акумулаторните батерии за задвижване на електродвигатели се дава при 5-часов режим на разреждане с постоянен ток. Разрядния ток се определя от зависимостта:

$$I_{pc} = 0,2 \cdot C_5, \text{ Ah} \quad (1)$$

където C_5 е капацитетът на акумулаторната батерия при 5-часов режим на разреждане, Ah.

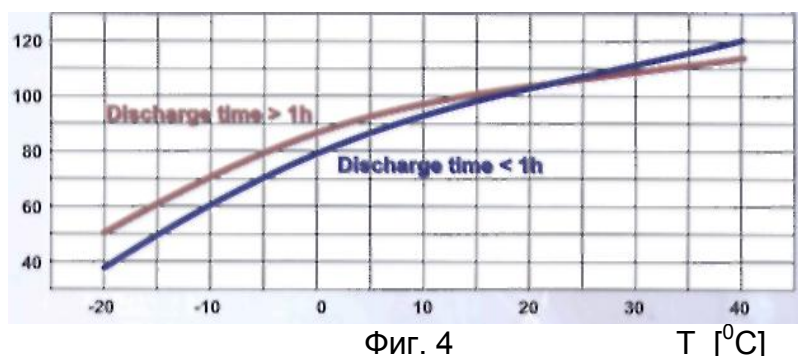
За една и съща акумулаторна батерия капацитетът ѝ зависи от големината на разрядния ток, температурата и броят цикли (зареждане - разреждане), които тя е направила. На фиг. 3 е показано изменението на напрежението на клетката във функция от времето за различни разрядни цикли (токове).



Фиг. 3

t [h]

На фиг. 4 е дадена зависимостта на капацитета на батерията във функция от температурата.



Фиг. 4

T [°C]

За разлика от изпитанията провеждани в специализираните стационарни лаборатории (статични изпитания) при реалните пътни изпитания разрядния ток не е постоянна величина, а се мени непрекъснато във функция от натоварването на електромобила (динамични изпитания). Тъй като разрядния ток по време на движение се мени непрекъснато (резки ускорения се редуват с внезапни спириания и др. подобни пътни ситуации) следва, че не може да се дефинира 5-часов режим.



В динамичен режим реалния капацитет на напълно заредената батерия ще представлява отдаденото количество електричество (разряден ток) за времето от 0 до момента T_k в който напрежението достигне допустимата крайна стойност. Капацитетът в динамичен режим е интегрална величина представена във вида:

$$C_{\partial} = \frac{1}{T_k} \int_0^{T_k} i(t).dt \quad (2)$$

Специфична мощност на акумулаторната батерия характеризира каква мощност се пада на единица маса - W/kg. От специфичната мощност на акумулаторната батерия зависят и динамичните свойства на електромобила. Ако акумулаторната батерия има по-голяма специфична мощност спрямо друга това означава, че мощността ѝ е акумулирана в по-малка маса. Това е от особено значение при избора на акумулаторната батерия, тъй като нейната маса до голяма степен определя масата на електромобила.

Специфичната енергия (енергозапасеността) характеризира каква енергия се пада на единица маса. Измерва се в Wh/kg. Енергията E_c на акумулаторната батерия (при статични изпитания) представлява произведението на капацитета ѝ C_5 с напрежението U на батерията

$$E_c = C_5 \cdot U, \text{Wh.} \quad (3)$$

В динамичен режим отдадената енергия отново трябва да се дефинира като интегрална стойност във вида:

$$E_{\partial} = \frac{1}{T_k} \int_0^{T_k} u(t).i(t).dt \quad (4)$$

От специфичната енергия зависи пробегът на електромобила, който може да се измени с едно зареждане на акумулаторната батерия.

Енергийната плътност характеризира, каква енергия се пада на единица обем. Измерва се в Wh/m³ и характеризира в какъв обем е акумулирана енергията на акумулаторната батерия. Това за електромобилите е от особено значение, тъй като местата за вграждането ѝ са ограничени.

Срокът на служба на акумулаторната батерия се измерва в брой цикли заряд-разряд, които акумулаторната батерия може да издържи без влошаване на показателите ѝ под определени граници.

Срокът на служба на акумулаторната батерия зависи от начина на експлоатацията ѝ. За да се увеличи срокът на служба на батерията е необходимо да се намали степента на разреждане. Степента на разреждане на батерията се отразява на големината на капацитета, отдаван при разреждането, спрямо номиналния.

Оловните акумулатори са едни от първите, които се използват като източник на енергия в електромобилите.

Предимствата на оловните акумулаторни батерии са: сравнително ниска производствена цена; надеждна и проверена в практиката технология на обслужване и производство; малък саморазряд; елементарно обслужване, допустими високи токове на разряд.

Недостатъци на оловните акумулаторни батерии: не могат да се съхраняват в разрежено състояние; отличават се с ниска специфична енергия; ограничен брой



цикли до пълен разряд; киселинният електролит и оловото оказват вредно въздействие върху околната среда; при неправилен заряд е възможно прегряване.

Тестването на акумулаторните батерии е проведено при изпитания на електромобила-лаборатория в градски и извънградски цикъл на движение. При изпитанията са реализирани максимално допустимите натоварвания като мощност, скорост, загряване на електродвигателя и др.

По-долу е дадена извадка от компютърния запис на измерваните по време на изпитанията в реални пътни условия параметри. Стойностите от 1, 6 и 7 колонка са съответно на времето, тока и напрежението на батерията и позволяват определянето на основните технически параметри на батериите в динамичен режим.

-Time, Motor_RPM, Current_RMS, Motor_Torque, Motor_Power, Battery_Current, Keyswitch_Voltage, Frequency, Slip_Frequency, Controller_Temperature, Motor_Temperature

54.1,	-693,	56.8,	-12.7,	.92,	20.6,	63.07,	-23.800000476,	-.6,	37.7,	31.6
54.2,	-692,	58,	-13.3,	.97,	21.3,	62.83,	-23.766667142,	-.6,	37.7,	31.6
54.3,	-689,	59.4,	-13.9,	1.02,	22.3,	62.6,	-23.750000475,	-.6,	37.7,	31.6
54.4,	-687,	60.6,	-14.7,	1.07,	23.8,	62.48,	-23.700000474,	-.6,	37.7,	31.6
54.5,	-686,	62.8,	-15.9,	1.15,	24.1,	62.13,	-23.616667139,	-.6,	37.7,	31.6
54.6,	-686,	64,	-16.5,	1.19,	26.3,	61.89,	-23.583333805,	-.6,	37.7,	31.6
54.7,	-686,	65.1,	-17.2,	1.23,	26.8,	61.89,	-23.600000472,	-.6,	37.7,	31.6
54.8,	-686,	66.2,	-17.7,	1.27,	26.6,	61.66,	-23.600000472,	-.7,	37.7,	31.6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във връзка с проведените изпитания на експериментални образци на оловни акумулаторни батерии за електромобили могат да се направят следните основни изводи:

- Провеждането освен на статични и на динамични изпитания е задължително за определянето на основните технически параметри на акумулаторните батерии.

- Тестовите пътни изпитания могат да отговорят най-точно доколко даден тип акумулаторна батерия може да покрие изискванията за надеждно хранване на електромобили.

- Новите технологии и материали прилагани при производството на оловните акумулаторни батерии водят до значително подобряване на техническите им характеристики и параметри. Поради това, те в определена степен се явяват конкурентни на останалите видове АБ използвани при електромобилите

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Щетини В., Електромобилъ, Ленинград, 1987
- [2] Българанов Л., Електрически транспорт, София, 2006
- [3] Българанов Л., И. Миленов, Г. Павлов, Ч. Джамбазки, Електрораздвижване, София, 2009
- [4] Гишин С., Акумулатори, София, 2010
- [5] Каталог на фирма „Монбат“

За контакти:

Доц. д-р инж. Иван Миленов, Факултет „Комуникации и електрообзавеждане в транспорта“, Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“ - София, тел.: 088995286, e-mail: milenov55@abv.bg



Зарядни станции за електромобили, разработени и внедрени от SCHRACK TECHNIK GmbH

инж. Петър Копев

Stations for charging of the electric vehicles battery, developed and installed by SCHRACK TECHNIK GmbH. The article reviews several types of charging station designed, manufactured by Austrian company Schrack Technik GmbH and installed by its customers in Vienna. Two types of charging stations are shown – for public and for private use. Several methods of metering and payment, of used energy and some methods of data transfer are described. Some options for additional use of charging stations like Info point, advertisement device and others are analyzed. Experience in the field of electric vehicles charging of two of the biggest Vienna public companies like Wien Energie and WIPARK is shown.

Key words: charging stations, electric vehicles, data transfer, method of payment, RFID.

ВЪВЕДЕНИЕ

„Шрак Техник“ ЕООД е дъщерна фирма на австрийския концерн SCHRACK TECHNIK GmbH. Фирмата е основана през 1920 година от доктор Едуард Шрак във Виена, Австрия и от тогава до днес е сред водещите европейски фирми за производство на електро апаратура ниско напрежение. Към настоящия момент има дъщерни фирми в 11 европейски държави и 694 служители. Чрез свои партньори изнася своята продукция в други 24 държави в Близкия и Среден Изток, Азия и Южна Америка.

В началото основната дейност на фирмата е разработка, производство и продажба на телефонни централи, радиоапарати и системи за пожароизвестяване. В последствие съсредоточава усилията си в производство и продажба на електроапаратура ниско напрежение с цел предоставяне на топ продукти за енергетиката, индустрията, бизнеса и дома.

Постепенно към края на минали век фирмата се специализира в седем основни направления: енергетика, индустрия, жилищни инсталации, аварийно осветление, структурно кабелни системи, окабеляване и осветление. Нейни партньори са електроразпределителни дружества, производители на машини, производители на табла, електро инсталатори, промишлени предприятия, както и общински и държавни фирми в Австрия, Белгия, Чехия, Хърватска, Словения, Унгария и др.

В България компанията стъпва в края на 2008 година. За краткия период от две години успяхме да спечелим за клиенти фирми като: „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД, „ДЗУ Стара Загора“ АД, „Стомана Индъстри“ АД, „София Мед“ АД, „Тракия глас“ ЕАД, „Софарма“ АД, „Палфингер Продукционс Техник България“ ЕАД, „Енемона“ АД и много други.

В крак с предизвикателствата на нашия век SCHRACK TECHNIK започна през 2010 разработването на системни решения в областта на т.н. „зелена енергия“ – соларни системи за битови и индустриални нужди. Друг успешен продукт на фирмата, който навлезе широко на европейския пазар в края на 2010 и началото на 2011 са станциите за зареждане на електромобили.

Решаващи теми на дневен ред свързани с начина ни на живот са промените в климата и екологичните катастрофи. Всички ние бихме желали да живеем в една чиста околна среда, да и се насладим и да я предадем в същия вид на нашите деца. Челно място в дискусиите за нашето бъдеще заемат намаляването на въглеродните емисии, шума и частиците фин прах генерирани от конвенционалния транспорт.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Решението на този проблем е едно: електромобилност. Можем спокойно да заявим, че електричеството е горивото на бъдещето, особено в случаите когато се



добива от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ), каквито се явяват слънчевата енергия, вятъра, водната енергия или биомасата. Електромобилността в комбинация с възобновяемата енергия предлага благоприятна за климата мобилност и е съществена стъпка в посока на енергийно независимото бъдеще на планетата. В резултат на редица научни изследвания към февруари 2010 в Австрия се движат вече 40 000 електромобила. Съгласно оптимистичните очаквания към 2020 техният брой трябва да достигне 100 000. Предимствата на електромобила пред конвенционалния автомобил са очевидни: по-малко шум, по-голям КПД на двигателя, по-малко разходи за поддръжка, по-малък „разход на гориво“.

Какви са обаче пречките пред все по-масовото навлизане на електромобилите в ежедневието ни. Понастоящем можем да откروим два основни проблема: относително високата покупна цена и липсата на места за зареждане.

По всеобщо мнение проблемът с цената ще бъде решен до няколко години имайки в предвид два фактора: неминуемото поевтиняване от серийността на производство и бързото развитие на технологиите – всички ние добре помним колко струваха компютрите преди петнадесет години и как днес на практика няма домакинство в Европа, което да не притежава поне един компютър.

За решаването на втория проблем е жизнено необходимо да се създаде подходяща зарядна инфраструктура. Търсят се ефективни, лесно достъпни зарядни станции с широки възможности за зареждане. В момента повечето от наличните електромобили се зареждат от домашни контакти през времето, когато не се движат. Поради това при пътуване на по-далечни разстояния е необходимо предварително, прецизно проучване и планиране на възможностите за презареждане.

Понастоящем в Австрия са регистрирани едва 1 700 зарядни станции, преди всичко към „стандартни“ бензиностанции, хотели, общински учреждения и др. Техният брой и разположение може да се види на <http://www.e-tankstellen-finder.at>

Като отговор на все по-нарастващото търсене на „умни“ зарядни станции Schrack Technik Project und Service GmbH, разработи като иновативни бизнес решения за тази сфера, индивидуално оразмерени и съобразени със заобиклящата ги среда електроколони.

Зарядните станции SCHRACK осигуряват бързо, безпроблемно зареждане всички видове електрически превозни средства: автомобили, мотролери, велосипеди. Тези станции могат да бъдат или да не бъдат обществено достъпни. Важни моменти, които се вземат под внимание в процеса на проектиране и изработване на една станция са: софтуерните решения, индивидуалното управление на данни, допълнителните ползи за клиента (например пускането на реклами на сензорния екран, SMS съобщения, използването на колонката като Infopoint).

Ще разгледам няколко зарядни станции разработени от нашата фирма.

Електроколони за открити паркинги. Този тип зарядни станции са предназначени за публичния сектор. Отличават се преди всичко с опростено, интуитивно управление и различни варианти за отчитане на потребената енергия. Корпусът се изработва от неръждаема стомана или полиестер. Степента на защита е IP 44. Монтажът може да бъде на цокъл за вграждане или чрез анкериране. Колонката разполага с четири контакта за зареждане – два броя на 230V 50 Hz и два броя на 400V 50Hz, като всеки контакт има собствен електромер. Възможен е вариант с общ електромер за четирите контакта. Въвеждането на данните става, чрез сензорен интерактивен дисплей, идентификацията на клиента е посредством RFID или магнитна карта. Отчитането и заплащането стават посредством банкомат, кредитна или дебитна карта. Преносът на данни към системата на оператора на колонката е посредством: UMTS, WLAN, LWL, GPRS или M-BUS.





Предлагат се и много опции. Сензорният дисплей може да е с LED осветление, разпределителната кутия да е с допълнително подгряване (за северните страни). Колонката се изработва с цвят и лого по желание на клиента. Възможна е SAP връзка с оператора, както и по-висока степен на защита IP66.



Електроколонка за закрити паркинги.

Тези станции служат като централа за управление на отделни кутии (места) за зареждане на електромобили с електричество. Отчитането на потребената енергия става от системата за билети за паркиране. Огромно предимство на тази и на предходната колонка е възможността дисплеят на колонката да се използва както за информационен екран, така и за рекламна дейност. Този тип зарядни станции са предназначени за публичния сектор. Отличават се преди всичко с опростено, интуитивно управление и различни варианти за отчитане на потребената енергия. Корпусът се изработва от неръждаема стомана или полиестер. Степента на защита е IP 44. Монтажът може да бъде на цокъл за вграждане или чрез анкериране. Колонката разполага с до 10 места за зареждане, като всяко място (кутия) има собствен електромер. Възможен е вариант с общ електромер за всички места. Въвеждането на данните става, чрез сензорен интерактивен дисплей, идентификацията на клиента е посредством RFID или магнитна карта. Отчитането и заплащането стават посредством банкомат, кредитна или дебитна карта или съвместно със заплащането на паркинга. Преносът на данни към системата на оператора на колонката е посредством: UMTS, WLAN, LWL, GPRS или M-BUS.



Подобно на предходната колонка се допускат различни варианти на изработка. Сензорният дисплей може да е с LED осветление, разпределителната кутия да е с допълнително подгряване (за северните страни). Колонката се изработва с цвят и лого по желание на клиента. Възможна е SAP връзка с оператора, както и по-висока степен на защита IP66.

Електроколонка за монтаж на стена.

Компактната станция за зареждане, предназначена за монтаж на стена е опростена версия на предходните колонки и е подходяща както за монтаж на открито, така и на закрито. Тук корпусът е от неръждаема стомана а степента на защита IP44. Контактите за зареждане при тази станция са – два броя на 230V 50 Hz и два броя на 400V 50Hz, като всеки контакт има собствен електромер. Въвеждането на данните става чрез 3” сензорен панел. Разчитащата система може да бъде RFID, четец на карти и др. Отчитането и заплащането стават посредством банкомат, кредитна или дебитна карта. Преносът на данни към системата на оператора на колонката е посредством: UMTS, WLAN, LWL, GPRS или M-BUS. Отново са възможни различни варианти на изпълнение, съобразно клиентските изисквания.



Стенна електроколонка за домашно приложение.

Този тип зарядна станция е разработен изключително за частни потребители. Малките и размери и комфортната ѝ експлоатация са само малка част от насочените към потребителите характеристики. Корпусът е изработен от полиестер или листовата ламарина,



предназначена е за използване на закрито с IP44. Има два контакта за зареждане по един на 230V 50 Hz и 400V 50Hz, като всеки контакт има собствен електромер. Възможен е вариант с общ електромер. Предлагат се и различни опции.

■ **Зарядни станции SCHRACK в действие.** Към 16.05.2010 фирма Schrack Technik е инсталирала за своите клиенти 14 зарядни станции на територията на Виена. В следващите няколко реда ще спомене три от тях, инсталирани от Wien Energie и WIPARK.

Wien Energie. Последните две зарядни станции открити от Виенското електроразпределително дружество Wien Energie се намират пред централата на фирмата на улица Mariahilferstraße и при завода за изгаряне на отпадъци Spitelau. Като водеща компания в областта на инфраструктурата предпочете добре обмислените в техническо отношение и удобни за експлоатация зарядни станции Schrack. Зарядните станции се използват съобразно капацитета на електромобила. На разположение са два контакта за стандартно зареждане с 230V и два контакта за бързо зареждане с 400V. За да зареди клиентът се нуждае от карта за зареждане с електричество от Wien Energie или партньорско дружество от платформата Austrian Mobile Power. Картата функционира посредством техниката RFID – това е безконтактна система за разпознаване с чип. По този начин клиентът се идентифицира на колонката, избира контакт на който ще зареди и получава информация за тарифата и състоянието на батерията на автомобила. След успешното приключване на зареждането клиентът получава информация за неговата продължителност и съответно за дължимата сума. Първоначално отчитането ще се извършва на тримесечие, като фактурата ще се изпраща по пощата.

WIPARK. Първата изцяло интегрирана в закрит паркинг станция за зареждане на електромобили в Австрия бе открита в новия паркинг на WIPARK във Wien Mariahilf. Собствениците на електромобили могат да паркират на обособените за целта девет паркоместа, където могат да заредят своите автомобили, Електроколонката директно е свързана чрез специален интерфейс към системата за заплащане на таксата за паркинг. Клиентът се идентифицира на колонката посредством картата за паркиране, като в края на престоя системата отчита едновременно паркопрестоя и зареждането.

■ **Икономически ефект от използването на електромобили.** На края, след като разгледах няколко основни типа зарядни станции и тяхното реално приложение ще спомена по-подробно само едно от ключовите предимства на електромобилите – цената за изминаване на 100 километра. Средният разход на популярните до момента електромобили варира между 15 и 20 kWh/100 km. Актуалните цени на електроенергията в България за битови потребители, валидни от 01.07.2010 са дневна тарифа 0,1245 лв за kWh и нощна тарифа 0,0717 лв за kWh. Следователно цената за изминати 100 километра с електромобил е между 1,87 лв и 2,49 ако той е зареден през деня и между 1,08 лв и 1,43 лв ако е зареден през нощта. Същите 100 километра изминати със конвенционален автомобил на дизелово гориво при среден разход от 5,00 литра на 100 километра и цена на дилела от 2,40 за километър дават цена от 12,00 лв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Изложеният в доклада опит на Schrack Technik GmbH в проектирането, производството и внедряването на зарядни станции за електромобили ни дава основание да заключим, че пречките пред по-масовото навлизане на електромобилите в България са преодолими в близко бъдеще. Необходимо е само



приемането на ясна нормативна база от страна централната и общински власти относно изграждането на зарядна инфраструктура, както и известни облекчения и стимули за собствениците и ползвателите на електромобили. Съвместно с Индустриален Клъстер Електромобили (ИКЕМ), Schrack Technik GmbH, в лицето на своя представител на територията на България – „Шрак Техник“ ЕООД е готова да подкрепи изграждането на зарядна инфраструктура, както и евентуален бъдещ български производител на зарядни станции.

ЛИТЕРАТУРА

[1] www.e-tankstellen-finder.at

[2] www.schrack.at

За контакти:

инж. Петър Копев, Управител на „Шрак Техник“ ЕООД, тел.: 02/8907913, e-mail: p.kopev@schrack.bg

ПРИЛОЖЕНИЕ

■ Референтен лист на зарядни станции инсталирани от SCHRACK TECHNIK GmbH

Schrack Referenz-Tankstellen

О^Аsterreich

- 1x Stromtankstelle Wien / Mariahilferstraße
- 1x Stromtankstelle Wien / Spittelau
- 1x Stromtankstelle Wien / Lehargasse mit Wandbox
- 3x Stromtankstelle Wien / Messezentrum mit Wandbox
- 1x Stromtankstelle Wien / Schrack Technik
- 1x Stromtankstelle Wien / Brahmplatz
- 3x Stromtankstelle Weißensee
- 1x Stromtankstelle Wien Energie BGS
- 1x Stromtankstelle Schwechat / Eurospar
- 1x Stromtankstelle Ebreichsdorf

International

- 1x Stromtankstelle Bulgarien / Sofia
- 1x Stromtankstelle Deutschland / Hamburg
- 1x Stromtankstelle Slowakei / Bratislava
- 1x Stromtankstelle Prag / Tschechien



Алтернативни източници и схеми за задвижване на перспективните автомобили

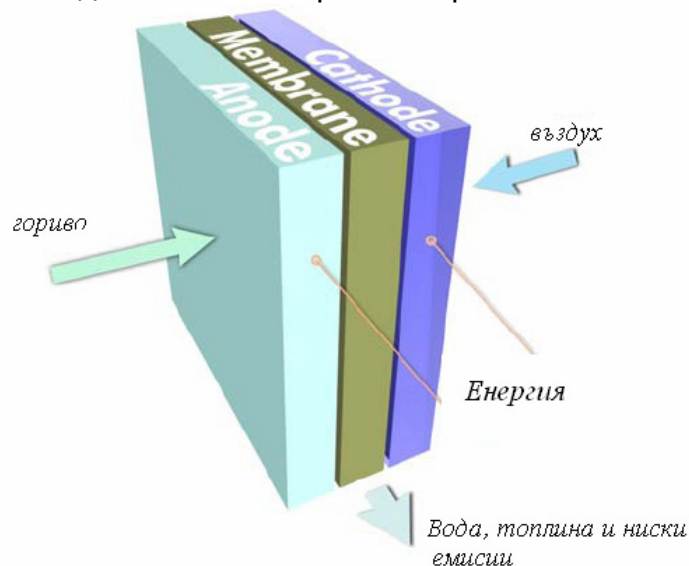
Христо Станчев

Alternative energy sources and powertrain for the future vehicles. Fast crude oil depletion is main reason to find out very soon alternative method to energized future vehicles. Fuel cells are a leading alternative technology to replace more polluting internal combustion engines in vehicle. Any hydrocarbon fuel can be used in different types of fuel cells employing an external or internal fuel reforming process. In transportation, fuel cell engines operate at an efficiency of up to 60%, compared to 25% for present day's gasoline car engines. Hybrid driven cars are technology which is transition from traditional vehicles to fuel cell and pure electrical vehicles. The core of this paper is short description of fuel cell technologies, biofuel technologies and different type of hybrids.

Key words: Fuel cell, Hybrid vehicles, Energy efficiency, Transmittions

ГОРИВНИ КЛЕТКИ

Горивните клетки са съвременна технология, способна да замени двигателите с вътрешно горене за задвижване на мобилни машини. Те се използват широко като електрически централи с малка мощност за електрозахранване на отделни населени места (distributed power stations). Всяко водородосъдържащо гориво може да се използва в горивните клетки. Водородът може да се получава чрез реформинг процес в реално време на борда на автомобила или предварително в специални рафинерии. При тези процеси се отделя определено количество CO_2 . По време на работа в атмосферата се отделя само вода. Максималната работна температура е много по-ниска от тази при която се образуват азотни окиси и затова може да се твърди, че горивните клетки са близко до нулево-емисионните източници на енергия. Максималният к.п.д. може да достигне 65%, което е значително по-високо от к.п.д. на бензиновите двигатели с вътрешно горене – 20-24%.



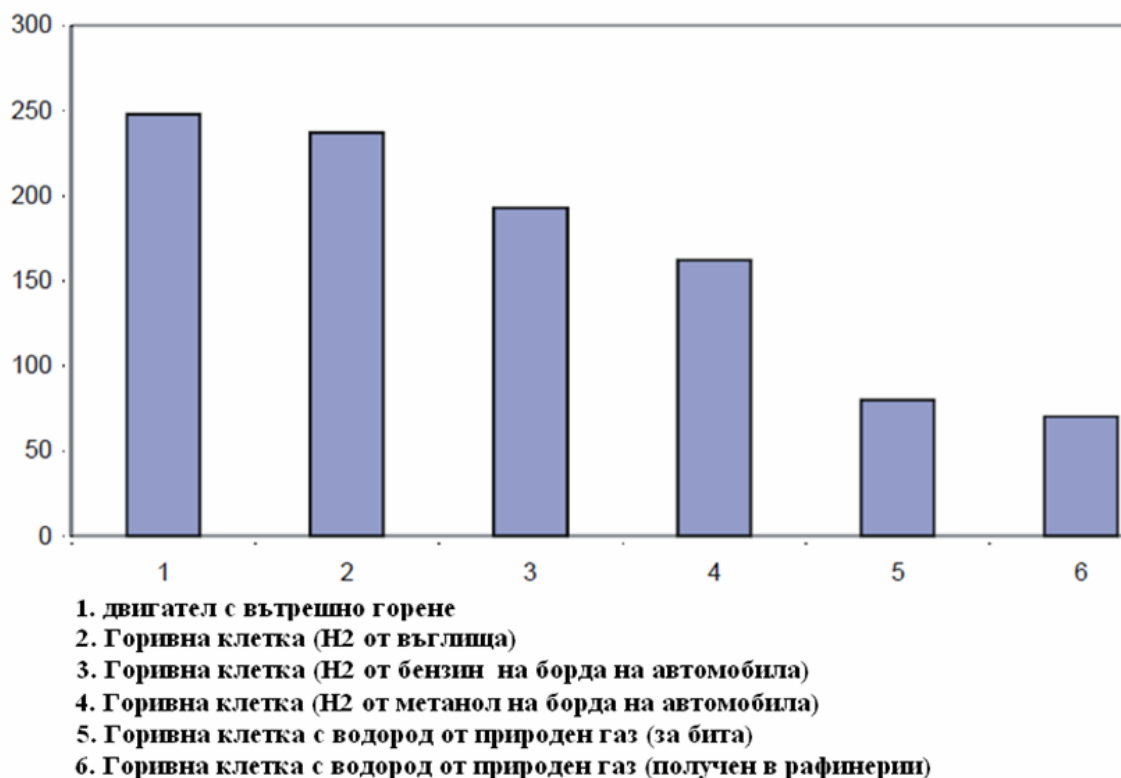
Фиг. 1. Схема на горивна клетка

За сравнение на фиг. 2 е показано количеството на въглеродния двуокис, отделян от автомобил с различно задвижване. Най-ниско е съдържанието при горивна клетка,



захранвана с водород, получаван от природен газ (метан) в специализирани рафинерии [5].

Въглероден двуокис (килограми на 1000km)



Фиг. 2. Количество CO₂, отделян от автомобили, задвижвани от ДВГ и горивна клетка с различни източници на водород

Развитието на технологиите за производство и съхранение на водорода и на технологиите за производство на горивни клетки играе централна роля за намаляване на въглеродните емисии (GHG) и енергийна сигурност при намаляване на запасите от суров нефт. Според световната наука водородът и горивните клетки имат възможност да осигурят „зелената“ революция в транспорта чрез пълно премахване на CO₂, отделян в отработилите газове.

Таблица 1. Енергийно съдържание на алтернативните горива, отнесени към това на бензина и на дизеловото гориво.

Гориво	Плътност kg/l	Енергийно съдържание MJ/l	Енергия отне-сена към бензина	Енергия отне-сена към диз. гориво
Бензин	0.746	32.82	100%	95%
Диз.гориво	0.809	34.38	105%	100%
ВВГ	0.507	22.71	69%	66%
Пропан	0.509	23.54	72%	68%
Метанол	0.791	15.71	48%	46%
Етанол	0.784	21.06	64%	61%
Втечен ВВГ	0.422	21.06	64%	61%
Втечен H2	0.071	6.65	20%	19%



Въвеждането на нови технологии е свързано с повишаване на крайната цена на автомобилите. В таблица 2 са показани данни за допълнителните разходи за някои технологии и възможното намаляване на разхода на гориво (CO₂) [6].

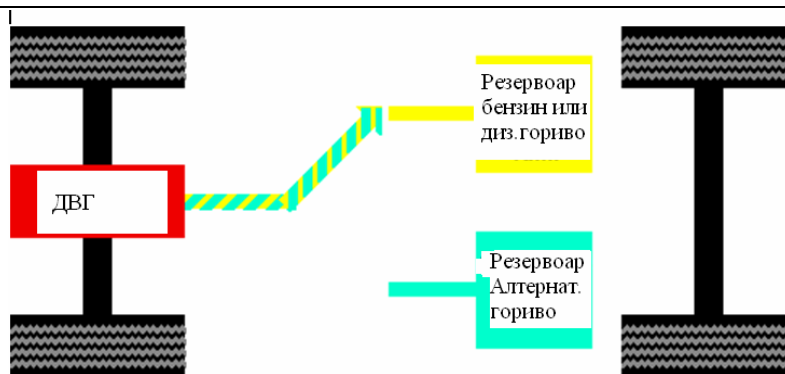
Таблица 2. Допълнителна цена и ефективност на новите технологии

Технологии	Повишаване на цената, US \$	Намаляване на разхода на гориво (CO ₂), %
Променлива фаза на пълнителните клапани	85	4
Променлива фаза на изпускателни клапани	90	2
Променливи фази на двата вида клапани	150	4
Променлив ход и продължителност	350	7
Електромагнитно управление на клапаните	600	9
Електрохидравлично управление	700	9
Изключване на цилиндри	150	7
<i>Горивна камера</i>		
Променлива степен на съгъстяване	350	5
GDI – стехиометрична горивна смес	225	6
GDI – разслоен заряд, свръхбедна смес	500	11
Хомогенен заряд и самовъзпламеняване	700	12
<i>Трансмисии (предавателни кутии)</i>		
6-степенна автоматична	100	6
Безстепенна (CVT)	50	8
Двоен съединител (double clutch)	Няма данни	7-8

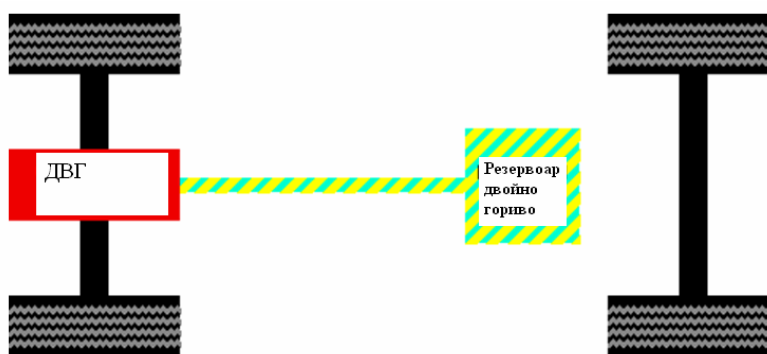
На следващите фигури нагледно са показани възможните алтернативни задвижвания в автомобилите [2,4,7].



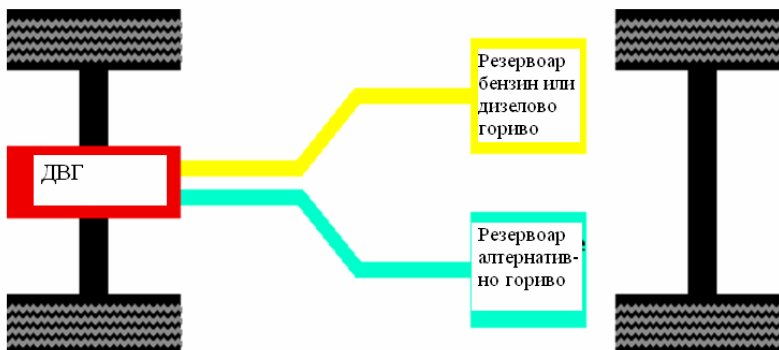
Фиг. 2. Автомобил с алтернативно гориво



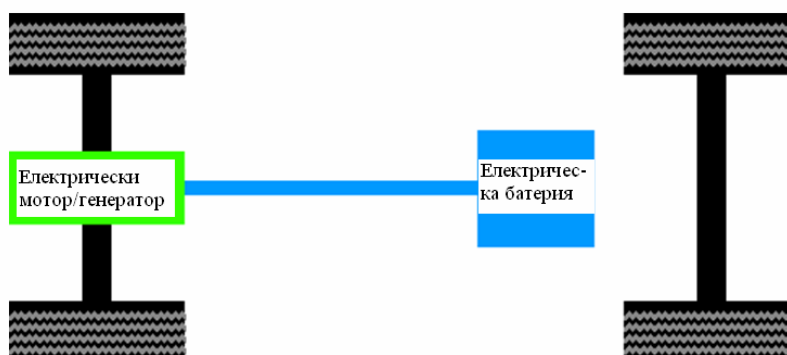
Фиг. 3. Автомобил с двойно захранване – стандартно или алтернативно гориво



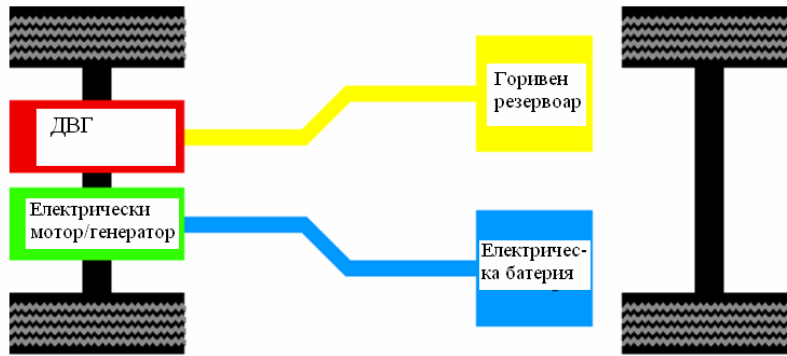
Фиг.4. Автомобил с двойно гориво (Dual fuel)



Фиг.5. Автомобил с двойно гориво (Flex fuel).



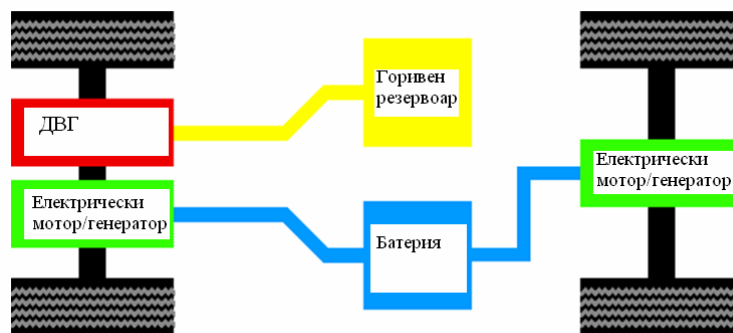
Фиг. 6. Класически електромобил



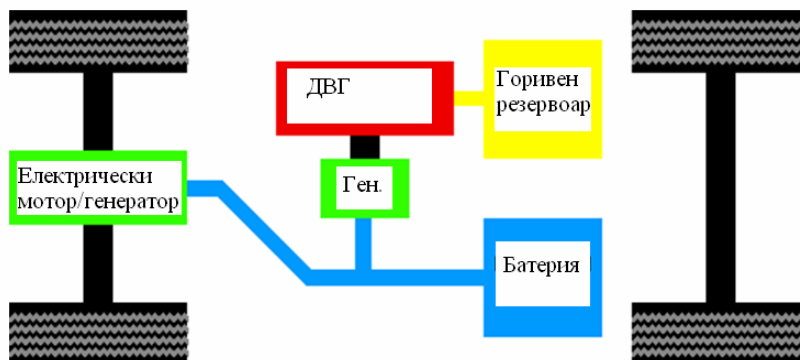
Фиг. 7. Хибриден автомобил с ДВГ



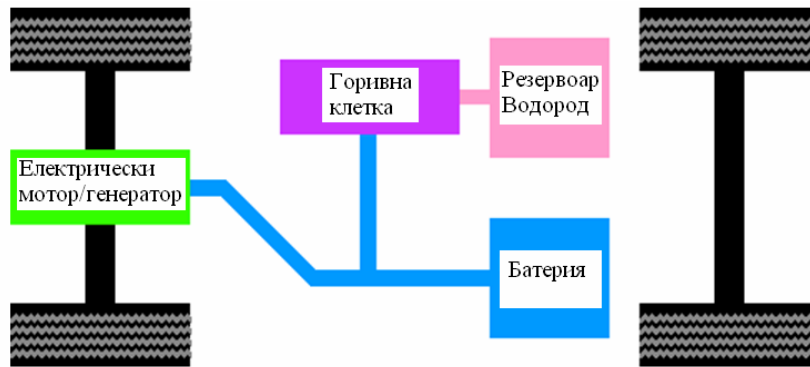
Фиг.8. Високо проходим автомобил със смесено задвижване



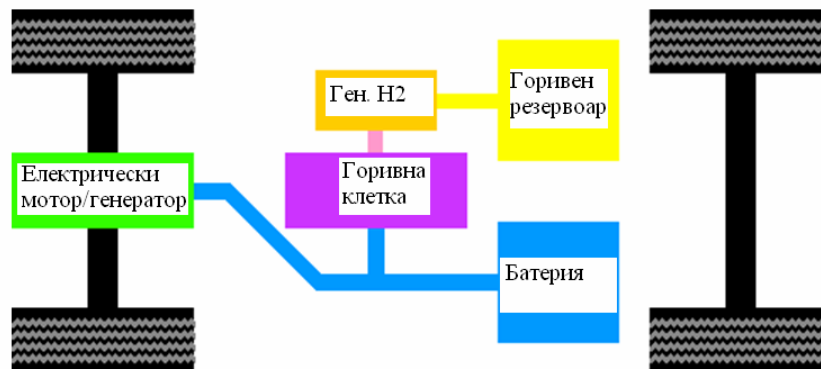
Фиг. 9. Хибриден автомобил с висока проходимост (Lexus)



Фиг. 10. Последователен хибрид



Фиг.11. Хибриден автомобил с горивна клетка (гориво - чист водород)



Фиг.12. Хибриден автомобил с горивна клетка (водород от природен газ или друго гориво)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. От направения преглед на видовете горива, горивни клетки и схеми на задвижване, следва, че в близките няколко години актуални ще са както класическите автомобили, задвижвани от бензинови и дизелови двигатели, така и хибридни автомобили с различни задвижвания.
2. Не се очаква масово навлизане на чисти електромобили в близко бъдеще поради високата цена и ограниченият пробег с едно зареждане на батерията.
3. Хибридните задвижвания с двигател с вътрешно горене ще се използват в преходния период към по-масово използване на горивни клетки. Продължителността на този преход зависи от развитието на технологиите за производство и съхранение на водорода и на горивните клетки.
4. В близко бъдеще ще се наложат електромобили, комбинирани с някакъв тип топлинен двигател за разширяване на прехода, изминаван с едно зареждане (range extender).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.altfuels.org
- [2] University of Toyota (Technical Information system)
- [3] 2010 Prius new Model
- [4] BorgWarner: Wet Clutch DCT Optimized for Efficiency. 9th International CTI Symposium – Innovative Automotive Transmissions and Hybrid & Electric Drives – Berlin, 29 Nov. – 2 Dec. 2010.



[5] Станчев, Х. Автомобилите с хибридно задвижване – преход към бъдещето. Научни трудове на РУ, 2006, стр. 230-232.

[6] Станчев, Х. Предизвикателства и проблеми на транспортните технологии в близко бъдеще. Trans&Motauto'2007, пленарен доклад, Русе, 8-10.11, стр. 5-12.

[7] Евтимов И, Р. Иванов. Електромобили. Русе, ИЦ на РУ, 2011, 176с.

За контакти:

Доц. д-р инж. Христо Кънчев Станчев, катедра Двигатели с вътрешно горене,
Русенски университет, тел.: +359 885 708 177, Email: hstanchev@uni-ruse.bg



Фотосоларна генераторна система за електромобил

Иван Миленов

***Photovoltaic generator system for electric vehicle.** The report examined the possibility of using electric photovoltaic system. The main purpose of Photovoltaic system is to generate electricity for powering electric own needs, such as lamps, audible alarm, heating, etc.. Realized is the ability "unnecessary excess energy" be submitted to and charge the traction battery. Photovoltaic generation allows to increase the electric range. The projected system is assembled and mounted on electric marks Renault-Kangoo and has already demonstrated its functional life and reliability.*

Key words: Solar energy, electric vehicle, PV-generator system

ВЪВЕДЕНИЕ

При класическите автомобили необходимата електроенергия за захранването на различните електрически консуматори се добива посредством въртящи се електрически машини-генератори. Обикновено това са променливотокови синхронни машини, които са куплирани към двигателя с вътрешно горене. Генерирането на електроенергия става по времето когато работи двигателя на автомобила.

При електромобилите е необходимо много по-голямо количество електроенергия, тъй като тя се използва и за привеждането му в движение. Тази енергия се осигурява от външни зарядни станции и се натрупва в акумулаторните батерии, осигурявайки автономното придвижване на возилото. В последните години специалистите се опитват да разработят генераторни системи, които да се разположат на самия електромобил и да осигурят неговата автономия. За сега като най-перспективни се считат горивните клетки, които при свързването на водорода и кислорода генерират електроенергия, достатъчна да задоволи всички нужди на електромобила.

В настоящия доклад се предлага фотосоларна генераторна система, използваща фотоволтаичния ефект. Първите данни за фотоволтаичния ефект датират от далечната 1839 г., когато френския учен Хенри Бекуерел открива, че може да се добива електричество осветявайки два идентични електрода в слабо проводим химичен разтвор. Първото наблюдение на фотоволтаичния ефект от твърдо тяло, в случая селен, е от 1877 г. Дълги години след това, той се е използвал за измерване на светлината, тъй като се е нуждаел от малко енергия. По-задълбочените проучвания на този закон са направени от Айнщайн през 1905 и Шотки през 1930. Фотоволтаичният ефект започва да се развива основно след като през 1954 г. Рейнолдс и колектив откриват този ефект при структурата $\text{Cu}_2\text{S}/\text{CdS}$, а Карлсон и сътрудници го демонстрират през 1958 г.

В последните 40 – 50 години има бурно развитие в сферата на получаване на електричество от слънчевата енергия, чрез прилагането на фотоволтаичния ефект. Причината за това развитие се дължи на много фактори, но основните са нуждата от електричество на космическите станции и тенденциите за изчерпване на традиционните енергоресурси на нашата планета. Неговото интензивно изследване е свързано с шейсетте години, когато за първи път през 1958 г. били използвани слънчеви батерии за спътниците – американския “Авангард” и съветския “Спутник 3”. Оттогава фотоволтаичните преобразуватели са се превърнали в незаменим източник на енергия за изкуствените космически тела, а в следствие с подобряване на технологиите и използването на нови материали те придобиха и наземно позициониране, което непрекъснато се разширява. За сега електрическата енергия добивана от фотосоларни генериращи мощности е само няколко процента от общото количество произвеждана и потребявана такава, но тези проценти нарастват много бързо.



Към момента фотосоларните системи позиционирани на електромобили са сравнителна рядкост и все още се спори доколко е оправдано тяхното използване. Настоящата разработка е една от първите по-рода си у нас и е опит да се отговори на повече от задаваните въпроси.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Проектираната фотосоларна генераторна система е монтирана на електромобил, разработка на ВТУ „Т. Каблешков“, който е преминал всички тестови изпитания и се намира в редовна експлоатация. Електромобилът е замислен като лаборатория и позволява провеждането на различни измервания и изпитания.

На фиг. 1 е показан външния вид на електромобила и на покрива му се вижда соларния панел, явяващ се като основен елемент от генераторната система.



Фиг. 1

Фотосоларния панел е с размери 160x90 см, като тези размери са избрани с оглед да бъде използвана цялата покривна площ на електромобила. Генерираната мощност е 200 W, което е по-малко от това което произвежда един стандартен автомобилен генератор, но за сметка на това енергията която той ще отдаде може да е значително по-голяма, поради факта, че фотогенерацията е през цялата светла част на деня. При класическите автомобили генерирането е само за времето когато, работи двигателя с вътрешно горене, като това е съпроводено с разход на гориво и отделяне на вредни емисии.

При избора на фотосоларния панел е необходимо е да се отчетат основните технически параметри, които са:

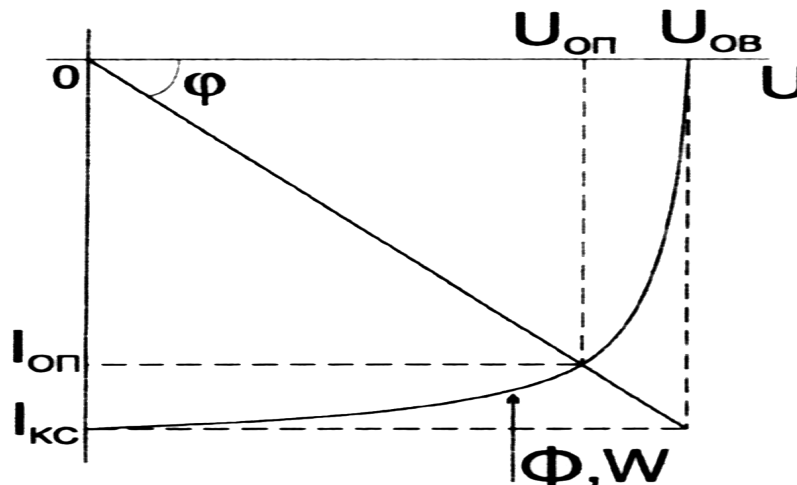
- интегрална чувствителност (S);
- спектрални характеристики S_I и S_U ;
- волт- амперна характеристика;
- ток на късо съединение ($I_{кс}$);
- напрежение на отворена верига ($U_{ов}$);
- максималната мощност (P_{max});
- коефициент на полезно действие (КПД);
- коефициент на запълване (a);
- активна облъчена площ (A).



Очевидно е, че поради ограничената площ при избора на фотосоларния панел трябва да се търси максималната ефективност т.е. оптималния коефициент на полезно действие. Последният отразява отношението на максималната мощност P_{\max} , която може да се получи от фотоелемента спрямо общата мощност на падащия светлинен поток, която е равна на активната облъчвана площ по интензитета на слънчевата радиация, отразено в проценти и се определя от следния израз:

$$\eta = \frac{P_{\max}}{S \cdot E} = \frac{P_{\max}}{\Phi}, \%$$

където: $P_{\max} = U_{\text{оп}} \cdot I_{\text{оп}}$ е максималната мощност, получена от фотоелемента, а Φ представлява мощността на падащия светлинен поток, изразена в [W], а S е площта в [m²]. На Фиг. 2 е дадена волт-амперна характеристика на фотоелемент при определен светлинен поток Φ . Оптималните стойности на тока и напрежението ($I_{\text{оп}}$, $U_{\text{оп}}$) определящи P_{\max} , са токът и напрежението на фотоелемента при работната точка, определена от пресичането на ВАХ с товарната права.

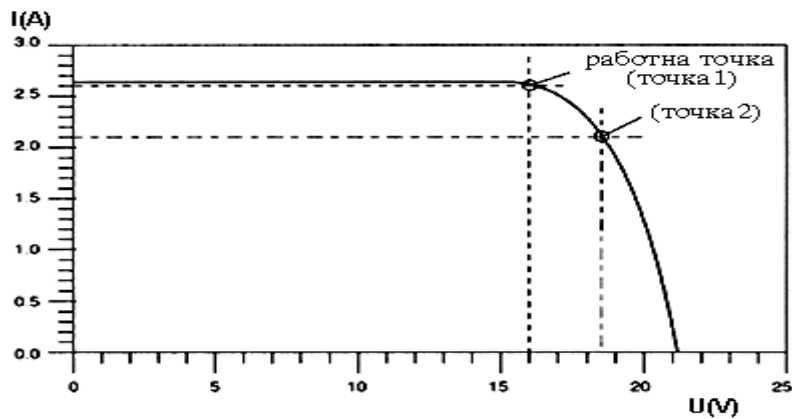


Фиг.2

Ако фотосоларният панел захранва батерия, то той трябва да я захранва с по-високо напрежение от това на батерията. Ако батерията е изтощена фотоволтаика я захранва с по-ниско напрежение, което е отбелязано на Фиг.3 в точка 1. Ако батерията достигне до пълно зареждане, той изисква от фотоволтаика по-високо напрежение което е отразено на точка 2. За да се реализира по-висок коефициент на полезно действие и оптимален режим на заряд и разряд на акумулаторната батерия към изводите на соларния панел е свързан управляващ елемент (контролер). Той има възможност да бъде програмиран и да измерва различни параметри като напрежение на генераторната система, заредеността на акумулаторната батерия и др. По този начин се реализира и възможността за контрол от страна на водача върху работата на генераторната система.

При избора на акумулаторната батерия (АБ) се отчита режима на работа и характеристиката на соларната генерираща мощност. За системата е избрана оловна необслужваема батерия с обездвижен електролит (гел).

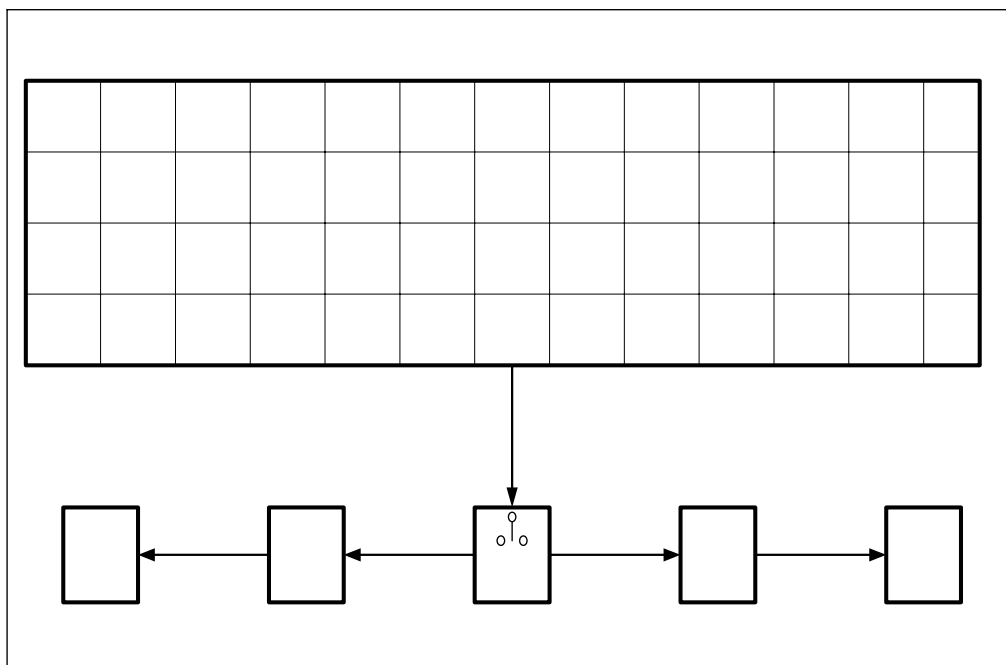
При проектирането са определени всички главни параметри и характеристики и е направен избор на основните елементи – фотосоларен генериращ панел, контролер и акумулаторна батерия, както и допълнителни елементи като свързващи проводници, конектори, защитни и комутиращи апарати др.



Фиг.3

Основното предназначение на генераторната фотосоларна система е да захрани собствените нужди на автомобила – осветителната, сигнализационната, отоплителната и пр. спомагателни системи на автомобила. Особено важно е да се гарантира надеждното захранване на електрическата вакуум помпа за сервоусилването на спирачната система и на електрическата хидравлична помпа за сервоусилвателя на кормилната уредба.

На фиг. 4 е представена блок-схемата на генераторната система и нейното свързване към електрическите консуматори на електромобила.



Фиг. 4

Приетите на схемата означения са както следва: 1.Соларен фотопанел; 2. Контролер; 3.АБ-собствени нужди; 4.Консуматори; 5.DC/DC-преобразувател; 6. АБ-тягова.



През цялата светла част на деня соларния фотопанел (1) генерира електроенергия, която се регулира от контролера (2) и се натрупва в АБ (3). Тъй като времето за заряда на АБ(3) е сравнително кратко (АБ(3) е с капацитет 100 Ah, а соларния панел дава до 18 А) след пълното зареждане на АБ(3) контролера (2) се превключва към DC/DC-преобразувателя(5) и чрез него започва да зарежда АБ(6). По този начин се използва цялата генерирана електроенергия. Освен това поради заложения приоритет се гарантира, че АБ(3) е винаги заредена.

Бъдещото развитие на подобни соларни генериращи системи е свързано с използването на фотосоларни панели с по-висок коефициент на полезно действие, каквито вече са разработени и се използват при съвременните космически системи.

Другия елемент от системата, който може да бъде усъвършенстван са АБ при които навлизат нови технологии и материали, повишаващи в значителна степен техническите им параметри.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във връзка с разработената и въведена в експлоатация фотосоларна генераторна система за електромобил, могат да се направят следните основни извода:

- Приложението на фотосоларна генераторна система на електромобил може да осигури достатъчно електроенергия за захранването на собствените нужди на превозното средство.
- Излишната електроенергия може да се използва и за тягови нужди.
- Фотосоларната генераторна система позволява да се увеличи максималния пробег на електромобила.
- Основното предимство на фотосоларната система е факта , че тя използва възобновяем източник на енергия.
- Надеждността и продължителността на експлоатация на системата е много висока.
- Разработената генераторна система е доказала своята функционална годност и приложимост в процес на реална експлоатация.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Щетины В., Электромобиль, Ленинград, 1987
- [2] Българанов Л., Електрически транспорт, София, 2006
- [3] Българанов Л., И. Миленов, Г. Павлов, Ч. Джамбазки, Електродвижване, София, 2009
- [4] Гишин С., Акумулатори, София, 2010
- [5] Каталог на фирма „Монбат“

За контакти:

Доц. д-р инж. Иван Миленов, Факултет „Комуникации и електрообзавеждане в транспорта“, Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“ - София, тел.: 088995286, e-mail: milenov55@abv.bg



Перспективи и програми за използване на възобновяеми енергийни източници

Петър Казаков , Митко Стоянов

Abstract: Perspectives and programs for the using of Renewable Energy Sources.

In the summary report it has as its main focus related with R.E.S., the type of sources, how the world is using them in practice and how they are manufactured with positive and negative sides of R.E.S.. Reflection of R.E.S. of different countries economics.

Key words: R.E.S.- renewable energy sources, Energy, Bio-fuel.

ВЪВЕДЕНИЕ

Под възобновяемите източници на енергия ще разбирате такива източници, които са възстановяват по естествен начин или са практически неизтощими - вятър, водни басейни, слънце и др.

През 2008 г. около 19% от световната консумация на енергия идва именно от такива източници, в които се включват и 13% от добиваната енергия от биоизточници, използвана основно за отопление и 3,2 % получена енергия от ВЕЦ [1]. Новите възобновяеми източници – малки ВЕЦ-ве, съвременна обработена биомаса, вятърни, слънчеви, геотермални електроцентрали, биогорива дават другите 2,7% от потреблението им, като делът им бързо нараства [1]. При производството на електроенергия делът на възобновяемите източници е около 18%, като 15% от електричеството се произвежда от ВЕЦ [1], [2]. Производството на електроенергия от вятърни електроцентрали нараства с 30% годишно, като през 2009 г. общата им инсталирана мощност е 157 900 MW [3], около 1/3 от нея в Испания, Германия, САЩ, Индия и Дания [4]. Към края на 2009 г. фотоволтаичните електроцентрали по света имат мощност около 21000 MW, като най-големите фотоволтаичните електроцентрали са в Германия и Испания [6]. Бразилия пък е една от страните с най-големи програми за възобновяеми енергийни източници, включващи производството на биоетанол от захарна тръстика, като етанолът дава 18% от консумацията на автомобилно гориво на страната [5].

Основния енергиен източник в момента, който света използва е петрола. От неговите деривати се получават много продукти, които намират изключително приложение в ежедневието на хората. Тези горива са в основата на голяма част от промишлеността на страните и транспорта като цяло. Но петролните залежи не са неизчерпаеми. Използването на милиарди тонове петрол ежегодно постепенно изчерпва залежите му. При това експлоатиране на петролните ресурси първото, което ще се отрази на потреблението им ще бъде цената на суровината и крайния продукт. Ще се получи ситуация при която добива на петрол ще е по-скъп от крайния продукт. Цените ще достигнат своя връх и това ще се отрази изключително лошо върху икономиките на страните – както на производителите, така и на потребителите. Възниква въпросът – могат ли да се намерят алтернативни източници на енергия, възможно ли е да се заменят продуктите на петрола (бензин, дизелово гориво и др.), с други източници, които да бъдат не само чисти от екологична гледна точка, но и възобновяеми. Като общност света е много зависим от петрола и в момента той се оказва най-използвания продукт, който наред с природната газ доставя над 50 % от необходимата ни енергия. Въпреки очевидния напредък в използването на алтернативни източници на енергия, в момента няма такъв който да замести напълно петрола и да постига неговите параметри по



отношение на използваемостта му в икономиките на страните (напр. течните горива имат висока степен на оползотворяване на енергията си, висока енергийна плътност, лесно се съхраняват и транспортират и др.). Това обаче означава, че се налага и вече е дошъл момента, в който намирането на възобновяеми източници на енергия е повече от наложително. И тези източници ще трябва да заместят петрола, когато той ще е достигнал своя минимум и няма да може повече да се разчита на него, като поддържаща енергийна сила. Намирането на устойчива енергийна система по време, качество и цена е важен ход в целия ъвременен свят. Всичко, което е свързано с използването на възобновяемите източници на енергия ще доведе до коренна промяна в техниката и икономиката на света. Това използване на новите енергийни източници ще наложи и промяна на живота ни и то в значителна степен. Самото преминаване на новия вариант относно използването на нови енергийни източници ще струва много скъпо и тяхното приложение няма да е толкова лесно, както е при течните горива.

Всичко това ни налага да обърнем сериозно внимание на новите източници на енергия, тяхната разработка, приложение, качество и други изисквания. В този доклад ще се разгледат въпросите свързани със замяната на невъзобновяеми с възобновяеми източници на енергия, решаващи проблемите за икономиката и живота на хората.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Едно от най важните изисквания към възобновяемите източници на енергия е да не замърсяват околната среда. Това е една много съществена причина , която се превръща и в едно от условията за производството на такава енергия. Произхода ѝ трябва да е такъв, че да позволява непрекъснатото ѝ възпроизвеждане. Т.е. ресурсът на възобновяемите източници на енергия трябва да бъде неограничен. Възобновяемата енергия трябва да има много по-ниско негативно въздействие върху околната среда, отколкото имат традиционите източници на енергия. Тези нови енергийни източници имат важни предимства пред досегашното използване на фосилните горива.

От използването, приложението и експлоатацията им ще се стимулира икономиката, социалната сфера и др. Средствата, които ще се инвестират във възобновяемите източници на енергия ще се разходват за материали за производство на източници на енергия, персонал за изработка, изграждане и поддържане на техниката. При по-широко производство на електроенергия може да се стигне и до износ.

Първият възобновяем източник на енергия познат от много време е вятърът. Вятърната енергия е използвана за задвижване на кораби, примитивни механизми (помпи, мелници). Принципа на използване на вятърната енергия е много прост – разместването на големи въздушни маси на различна височина, вследствие на неравномерното нагряване на земната повърхност. Различни по височина тези маси имат различна температура, което предизвиква смяна на въздуха, който при движението си се усеща като вятър.

Вятърната енергия при съвременните технологии се използва, като се строят високи метални конструкции, на чийто връх се поставя генератор с пропелер. Вятърът преминаващ през витлата на пропелера предизвиква задвижването им и завъртането на генератора. Той от своя страна произвежда електричество. Когато се построят много такива ветрогенератори се образува вятърен парк. Количеството на електроенергията зависи от броя на вятърните паркове, вида и посоката на вятъра, месторазположението на ветрогенератора спрямо въздушния поток, скоростта на вятъра.

Затова и такива вятърни паркове се строят при преобладаващи силни и



постоянни ветрове. Разбира се, има и микроветрогенератори, които са предназначени за малки консуматори.

По крайбрежията, където има постоянни ветрове, на места със силни въздушни течения, при открити равнини и планински райони се строят вятърни електростанции.

При ветрогенератора важна част заема витлото – то трябва да е с голям диаметър така, че да улавя и най-малкото движение на вятъра. Лопатките на витлото трябва да с променлива стъпка, което е от значение за различната скорост на вятъра. Витлата трябва да са в състояние и да се обръщат по посоката на вятъра. Друга разновидност на хоризонталните ветрогенератори е варианта с вертикална насоченост на генератора и витлото. Този вариант не изисква обръщане на витлото при различна посока на вятъра. Основно изискване за ветрогенератора е той да бъде разположен на максимална височина в атмосферата, разбира се според стабилността на конструкцията. Това му позволява да улавя и най-малкия вятър, както и да освободи и площта на която е построен, така че тя да може да се използва и за други цели (напр. за стопански дейности).

Енергията получена от вятъра си има своите предимства и недостатъци. Като основно предимство е това, че вятъра е безплатен и за обектите, които се захранват от такива генератори не се отделят средства, за да могат да функционират. Освен това не се получават отпадъчни продукти или вредни газове, което е голямо предимство. Много подходящи са за отдалечени райони, където не може да се достави друга енергия, като електричество, газ, течни горива. Но от друга страна движението на вятъра е често пъти променливо и силно изменящо се. Има места които и макар да са подходящи за построяване на ветрогенератори са скъпи (курортни места, туристически и исторически обекти и т. н.). Високата конструкция няма и добър естетичен вид, тъй като нейното единствено предназначение е да бъде монтиран генератора. Има опасност за преминаващи на големи ята птици, които попаднали в силен въздушен поток, трудно биха се спасили от витлата на ветрогенераторите. Последните се отличават с доста голям шум при работа и ако наблизо живеят хора това предизвиква доста неудобства.

Друг вид енергия е използването на кинетичната енергия на движението на водните маси (водата има към 800 пъти по-голяма плътност от въздуха и това и позволява да бъде носител на големи енергийни заряди). Това са приливите и отливите на моретата и океаните. Тези приливи и отливи се осъществяват два пъти дневно. Големи количества вода се движат и те са в състояние да генерират огромна енергия. Тази енергия се трансформира в електрическа и се използва за различни цели. Но въпреки неограничената енергия на водата това не е идеалното решение за добив на възобновяема енергия. За да се използва водната енергия трябва да се построят специални съоръжения, подобни на язовири за производство на електрическа енергия. Но поради мащаба на морските маси, такива съоръжения се изграждат трудно и са огромни по своите размери. Те се построяват напречно на устието на вливаща се река в морето или океана, но специалните канали, по които ще протичат водните маси продължават и навън, в самото море. По този начин приливите и отливите преминават през тези канали и това задвижва турбина. Тя е с алтернативно движение, което използва и отлива на водата. Този цикъл има времетраене от около 10 часа в денонощие. Тъй като приливите и отливите са предвидими това позволява на системата да се включва и към основния доставчик на електроенергия така, че да се получи една синхронна работа. И тук основното предимство е, че енергията е безплатна. Не се произвеждат отпадъчни продукти и газове. Произвежда се осигурено електричество, поддържането на генераторите става с много малки разходи. Основен недостатък са големите инвестиции за построяването на тези хидрогенератори. Изискват се големи площи, както в



устиетата на реките, така и по тяхното течение. За недостатък още може да се посочи и влиянието на тези водни маси върху флората и фауната в даден регион. За разлика от ветрогенераторите, при хидрогенераторите много често не е необходим редуктор между турбината и генератора.

Една много перспективна енергия е тази получена от слънцето. Нейното приложение в съвременния свят е доста разпространено и намира все по-голяма популярност. Слънчевата енергия намира приложение като:

1. соларни елементи захранващи сгради, басейни и др. обекти със съответната мощност на панелите;
2. фотоволтаични слънчеви панели – позволяват достигане на по-голяма генерирана мощност;
3. задвижване на турбини, чрез затопляне на въздух в специални слънчеви кули и произвеждане на електрическа енергия;
4. производство на водород чрез фото-електрохимични клетки и др.;

Друг съвременен начин за получаване на енергия е чрез използването на земната топлина – геотермална енергия. Тази топлина намираща се на дълбочина от няколко метра до 3 – 4 километра, се извлича чрез геотермални помпи. Разходите по инвестициите са големи, но поддръжката е евтина, което от своя страна понижава и цената на получената електроенергия.

Биомасата също се използва за производство на енергия в следните случаи:

1. производство на биогорива – за директно използване или в смес с конвекционално гориво (дизелово);
2. изгаряне на биомасата в бойлери за получаване на топла вода.

Биогоривата се получават от преработка на земеделски култури или отпадъчни продукти в животновъдни ферми. Първоизточник на биомасата е дървото, което се е използвало като източник на топлина, чрез изгаряне. Сега остатъци от земеделски култури се използват за получаване на енергия, като след изгаряне получената пара задвижва турбини, а те от своя страна са свързани с генератори за производство на електричество. Но не само селскостопански култури могат да се използват за добив на енергия.

Много ненужни отпадъци от всякакъв характер и вид могат да се изгорят и по този начин да се получи пара или топлина за задвижване на електроцентрали. Така например животински, растителни и битови отпадъци се изгарят за получаване на природен газ, метанол и др. източници на енергия. Отпадъчни продукти се получават от дървопреработването, земеделските култури, животински тор.

Този вид източник на енергия (биомасата) има следните предимства – използват се отпадъчни продукти, които иначе не биха могли да се разпаднат бързо в природата и това би довело до нейното замърсяване; получената енергия е много евтина; ще се намали потреблението на други източници на енергия, добивани от земята и това ще удължи остатъчния им ресурс. Недостатъците обаче не са никак малко – за получаване на достатъчно енергия, която да оправдае инвестициите си трябва да се съберат големи количества биомаса; това събиране е свързано с други проблеми, които не са предмет на този доклад; изгарянето на биомасата е свързано с отделяне на топлина и този процес по принцип довежда до затопляне на даден регион и повишаване на температурата на атмосферата – т. нар. парникови газове; отпадъците ще трябва да се съхраняват за по-дълъг период от време, което изисква и голяма площ за складово пространство (поради факта, че един процес на добив на енергия не трябва да бъде прекъсван); това оскъпява получената енергия и не оправдава вложените инвестиции, ако не се избегнат посочените по-горе недостатъци. Като се има предвид, че има и споразумение за ограничаване на парниковите емисии между държавите, този вид енергия не е най-добрият вариант засега.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на възобновяеми източници на енергия прави икономиките на страните по-малко зависими от основните доставчици на традиционния петрол. Ефект има и за населението, което ще ползва тази енергия – както социален, така и икономически. Соствениците на малки енергоцентрали ще могат да ползват програми за развитието им и осигуряване на нови работни места. И тъй като това направление е нова за разработка и усъвършенстване зона, ще могат да се привличат много специалисти за развитието и създаване на нови начини за използване на възобновяеми източници на енергия. Ще може също така и да се помисли за ефективно приложение на тази енергия в бита. Получената чиста енергия се продава на енергоснабдителните фирми, което стимулира развитието на този вид енергетика. Предлагането на такава енергия ще доведе до по-ниски цени на останалите енергоносители. Даже и самите държави са заинтересовани от развитието на алтернативната енергоносимост. Съществуват и данъчни облекчения за развитие и използване на чистите енергийни системи.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Renewables 2010.Global Status Report ;
- [2] Renewables 2007.Global Status Report ;
- [3] Renewables.Global Status Report .2009 update
- [4] Global wind energy markets continue to boom – 2006 another record year ;
- [5] Lenardie , Denis.Large-scale photovoltaic power plants ranking 1 – 50.2010 ;
- [6] Lugar , Richard и др . America and Brazil Intersect on Etanol .Renewable Energy World, 2006.

За контакти:

Гл. ас. инж. Петър Казаков, Тракийски университет – Стара Загора,
Технически колеж- Ямбол, ул.“Граф Игнатиев”38, Ямбол 8600.
GSM: +359 878 404 0499 ; E-mail : peter_yb@abv.bg

Гл. ас. д-р инж. Митко Стоянов, Тракийски университет – Стара Загора,
Технически колеж- Ямбол, ул.“Граф Игнатиев”38, Ямбол 8600.
GSM: +359 878 482 358 ; E-mail : mitko_1166@abv.bg



Електромобилите и замърсяването на околната среда

Иван Евтимов, Росен Иванов

Electric vehicles and pollution of the environment: The article discusses problems related to the influence of electric vehicles on environment. An analysis of carbon dioxide emissions generated by different types of electric power stations is done. An estimation of emissions generated for charging of an electric vehicle in Bulgaria is presented.

Key words: Batteries, Electric Vehicles, Carbon Dioxide, Fossil Fuel,

ВЪВЕДЕНИЕ

Борбата за намаляване на вредните емисии от транспортните средства, използващи енергията на течните горива, изведе днес на преден план производството на електромобили. Във връзка с това е необходимо да се изяснят някои въпроси, свързани с използването на електромобилите и техният дял в замърсяването на околната среда с вредни емисии CO₂ (въглероден диоксид).

ИЗЛОЖЕНИЕ

На този етап от развитието на науката, като източник на енергия в електромобилите се използва акумулаторната батерия. Другите източници на енергия като горивните клетки, суперкондензатори и др. са все още на етап експериментиране. Акумулаторните батерии, които се използват в електромобилите са няколко типа [2], с различен капацитет и след разреждането им отново трябва да се заредят. Електрическата енергия, с която се зареждат, може да бъде произведена от различни централи. За всяка страна производството на електроенергия е индивидуално. В зависимост от горивата, които се използват в централите, зависи и количеството на вредни емисии (табл.1), отделяни за производството на 1 kWh електроенергия [1].

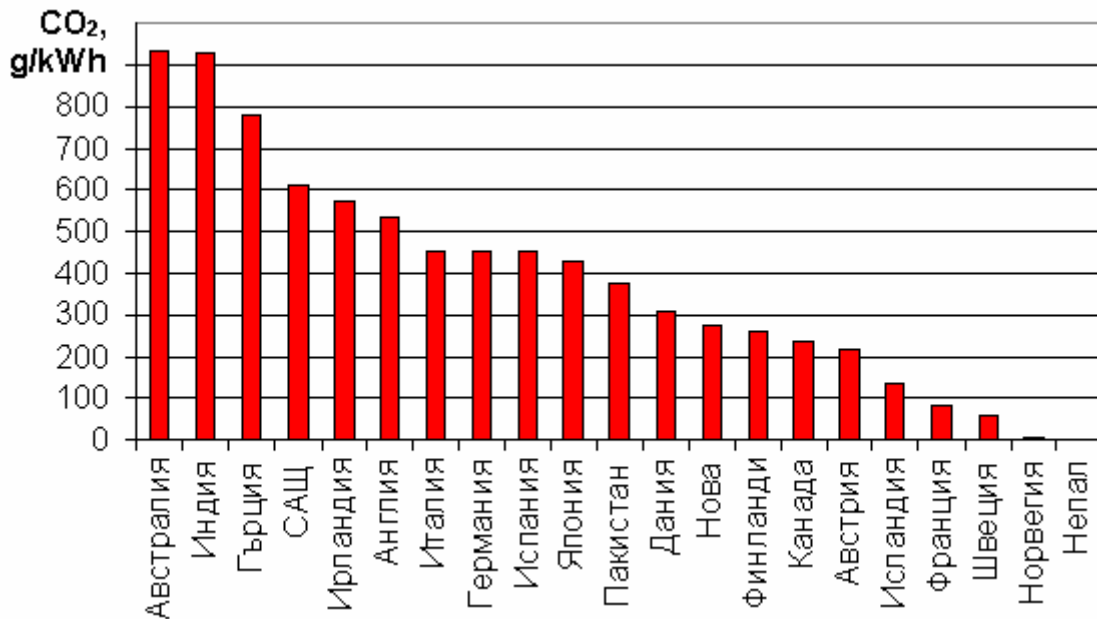
Таблица 1

Отделяне на CO₂ при производството на електроенергия

Източници на енергия	Въглероден диоксид
ТЕЦ(с гориво въглища)	990
ТЕЦ (с гориво натурален газ)	440
ТЕЦ (с гориво петрол)	740
АЕЦ	16
Геотермална енергия	122
ВЕЦ	4
ВЕИ	32

На фиг. 1 е дадено отделянето на CO₂ в g/kWh средно за някои държави от различните източници на електроенергия.

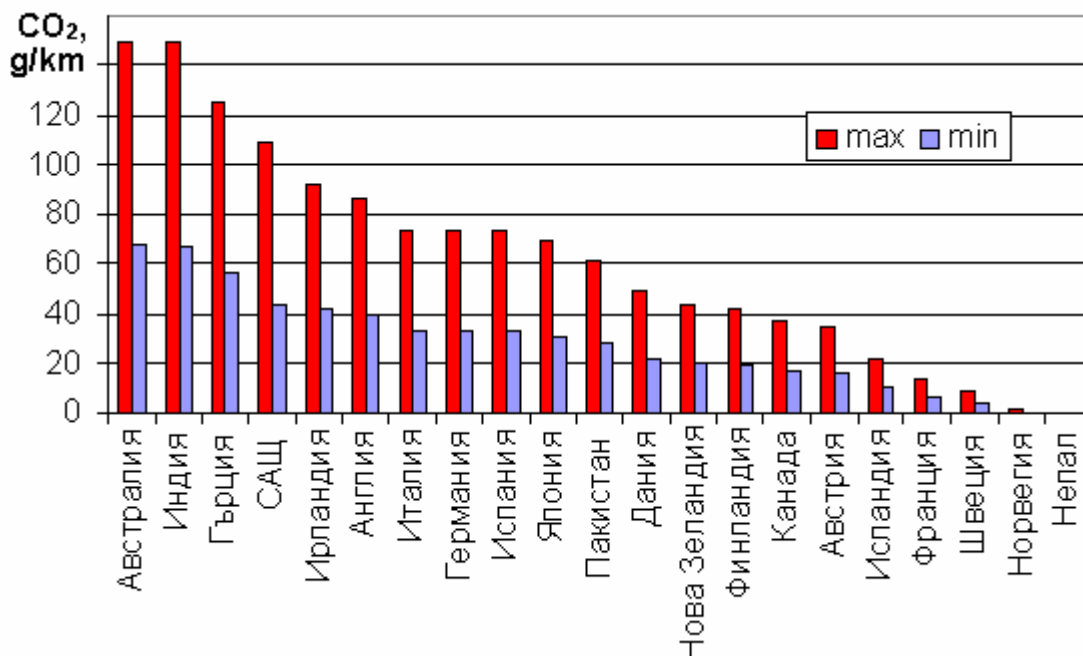
Въз основа на отделянето на CO₂ при производството на електроенергия у нас и чужбина може да се определи в каква степен се замърсява околната среда при движение на електромобилите. Електромобилите, които в момента са на пазара и в производство за изминаването на един километър разстояние изразходват от 72 до 160 Wh електроенергия (приложение 1). Например електромобилът REVA NXR с разход на електроенергия 72 Wh/km във Франция би замърсявал околната среда с



Фиг. 1. Отделяне на CO₂ при производството на 1 kWh електроенергия

отделянето на 6 g/km, а в Индия, където се произвежда - 67 g/km. За нашата страна замърсяването на въздуха от различните марки електромобили би се движело в границите от 30 – 65 g/km при отделянето на 400 g CO₂ за производството на 1 kWh електроенергия.

На фиг. 2 е дадено отделянето на CO₂ за различните страни в g/km за съществуващите днес на пазара електромобили.



Фиг. 2. Отделяне на CO₂ в g/km при използване на електромобили за различните страни

Препоръчителният електроенергиен баланс за нашата страна включва 40-50% дял на ядрената енергия и задължителните 16% "зелен" ток от ВЕИ. Останалото количество трябва да е от ТЕЦ, така че да се използват собствените ни въглищни ресурси, а също така и традициите ни в този начин на производство на енергия. При



тези условия на производството на електроенергия у нас ще се отделят средно от 300 до 450 g CO₂ за производството на 1 kWh електроенергия.

Въз основа на източниците на електрическа енергия, загубите при зареждане на акумулаторните батерии и разходът на енергия, необходим за изминаването на 1 km (0,16 kW) за електромобилите в Англия се получава замърсяване с вредни емисии CO₂ 85 g/km, а в САЩ- 90 g/km [4]. За нашата страна замърсяването от електромобилите се очаква да бъде в рамките на 75 g/km. По-малката стойност на замърсяването спрямо Англия и САЩ се дължи на по-големия процент електрическа енергия, произведена от АЕЦ „Козлудуй“. Производството на електроенергия за по-горе посочените страни е дадено в табл. 2 [5].

Таблица 2

Производство на енергия, %			
Източници на енергия	Англия	САЩ	РБългария
ТЕЦ (с гориво въглища)	35	49	51
ТЕЦ (с гориво натурален газ)	42	21	7
ТЕЦ (с гориво петрол)	2	2	-
ВЕЦ	3	6,5	7
АЕЦ	16	20	34
ВЕИ	2	1,5	1

От това следва, че с навлизането на електромобилите у нас ефективността от използването им ще бъде в рамките на редица европейски страни. Не бива да се отминава и факта, че страни като Южна Африка, Китай, Австралия и Германия произведената електрическа енергия от въглища е съответно 94%, 81%, 76% и 48% от общо произведената енергия.

У нас в близките години, ако се построи втора атомна централа и постепенно се изграждат вятърни и слънчеви електроцентрали, се очаква намаляване на емисиите на CO₂, които биха се отделяли при производството на електроенергия, до 50 g/km.

Същевременно с развитието на технологиите за производство на електромобили, производителите на автомобили влагат допълнителни средства за усъвършенстване на съществуващите конструкции автомобили с използване на съвременни технологии за намаляване замърсяването на околната среда.

Сред десетте най-големи марки, продаващи автомобили в Европа, Fiat е марката [3], която отбелязва най-ниската средна стойност на емисии CO₂ от леки автомобили, продадени през първата половина на 2010 год.: 123,5 g/km (в сравнение с 2009 г. се регистрира подобрене от 4.3 g/km). Постижението е признато от JATO, световен лидер за консултантски услуги и изследвания в областта на автомобилната промишленост. Тази компания е създадена през 1984 г. и работи в над 40 страни. По-конкретно, Fiat е на първо място пред Toyota (128,0 g/km), Peugeot (132,3 g/km), Citroen (133,4 g/km), Renault (134,6 g/km), Ford (137,0 g/km), Opel/Vauxhall (141,0 g/km), Volkswagen (142.2 g/km), Audi (154,2 g/km) и BMW (154,5 g/km).

След посочените средни стойности на CO₂ на десетте най-големи марки автомобили е необходимо да се посочат и реализираните минимални стойности на емисиите CO₂ на модели автомобили като Honda Insight 1.0i Hybrid – 80 g/km, Smart Fortwo Cabrio/ Coupe – 88 g/km, Skoda Fabia 1.2 TDI CR – 89 g/km, Volkswagen Polo 1.2 TDI – 91 g/km, Seat Ibiza 1.2 TDI CR – 92 g/km, Vauxhall Corsa 1.3 CDTi – 94 g/km, Fiat Punto 1.3 – 95 g/km и Ford Fiesta 1.6 TDCi – 98 g/km [3].

Основно като гориво в по-горе посочените автомобили се използва бензин или



дизел. Независимо от това, че през последните години се използват съвременни технологии при производството на двигателите с вътрешно горене, включително електронни системи за управление на процесите на горене, автомобилите се явяват основните замърсители в транспортния сектор. Това основно зависи от вида на използваното гориво (табл. 3).

Таблица 3
Средна стойност на вредните емисии на автомобилните горива, g/litre

Вредни емисии	Въглероден диоксид	Въглероден диоксид	Азотни окиси
Бензин	2 315	140	9,5
Дизел	2 630	237	37
Биодизел	1 736	117	40

Използването на биогорива може значително да подобри качеството на атмосферния въздух. Както се вижда от табл.1 използването на биодизел намалява вредните емисии на CO и CO₂.

Всичко това трябва да ни насочва към разширяване използването на възобновяеми енергийни източници, постепенно изграждане на слънчеви и вятърни електроцентрали, за да може делът на електромобилите в замърсяването на околната среда да е значително по-малко и от най-малко замърсяващите околната среда автомобили.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На този етап на производство на електроенергия у нас, делът на електромобилите в замърсяването на околната среда с въглероден диоксид ще бъде около 75 g/km. Има реална възможност за намаляване замърсяването на въздуха от електромобилите до 50 g/km, ако използването на въглища в процеса на производството на електроенергия намалее за сметка на газообразните горива или използването на атомната енергия и възобновяемите източници на енергия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Electric Cars-The Future is Now! England, ISBN: 978-1-845843-10-6 урс: 6-36847-04310-0,2010.

[2] Евтимов И., Р. Иванов., Б. Ангелов. Акумулаторни батерии за електромобили и хибридни автомобили Русе, РУ"А.Кънчев", Сборник доклади на научна конференция, 2009, ISSN 1311-3321, 82-88 с.

[3] <http://www.thegreencarwebsite.co.uk/top-10-green-cars.asp>

[4] <http://www.prkernel.com/?action=news&id=895320>

[5] <http://geografia.kabinata.com/21.htm>

За контакти:

Доц. д-р Иван Евтимов, Катедра „Автомобили, трактори и кари“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 527, e-mail: ievtimov@uni-ruse.bg

Доц. д-р Росен Иванов, Катедра „Автомобили, трактори и кари“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 528, e-mail: rossen@uni-ruse.bg



ВНЕДРЯВАНЕТО НА ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ КАТО МАСОВ ТРАНСПОРТ

Петър Казаков

Abstract – *The urgent need for the realization of alternative sources of energy is to replace liquid sources of energy , which plays a major role in the movement of vehicles , and the need to replace them with –electro-energy .In the summary report the focus is the development of electro-mobile at the present time and in the future.*

Key words: *electro-mobile , accumulator(battery), charging*

ВЪВЕДЕНИЕ

Навлизането на електромобилите в масовия транспорт (по-точно, като персонални МПС), започна да се чувства осезателно. Много водещи и сериозни автомобилни производители започнаха да се ориентират към серийното им производство, което към момента е в зората си. Като идея задвижването на автомобила с електроенергия не е нова има дълга история. Различни проблеми от технологично естество спират развитието на този вид индивидуален превоз. С по-високото развитие на техниката и новите методи на производство, става възможно да се премине към широко внедряване на производството и използването на електромобилите .

Една от главните причини да се обърне специално внимание на електромобилното производство на такъв вид МПС е породена от факта за изчерпване на фосилните горива. Налага се бърза замяна на енергията добивана от тях. Друга съществена причина е от чисти екологичен характер. Бързото разрастване на градовете доведе до натрупване на автомобили задвижвани с ДВГ. Известни са негативните последици от тяхното използване върху екоравновесието и влиянието им върху човека. Новите електроавтомобили и електрохибриди, използват вместо ДВГ електромотори от типа “WIN-WIN”, тъй като имат по-висока енергийна ефективност и се премахва използването на по-скъпия петрол.

Претенциите, които се предявяват към електромобилите не са много, но са съществени:

- компактни – особено това важи за градски условия, където не е необходимо да се движат огромни персонални автомобили с размери над пет метра и тегло над 2 тона;
- по - евтини – като за обществения транспорт, основен определящ показател ще бъде цената на превоза; за масовия купувач на електромобилите изискването ще е същото, което обаче трудно засега ще бъде удовлетворено, поради разработваните технологии, които са в начален стадий на внедряване в масовото производство;
- екологични - въздуха, който се диша в големите населени места и без това отдавна не отговаря на никакви допустими санитарно-хигиенни норми и се предизвикват всякакъв вид алергии, заболявания на дихателните пътища и други косвени поражения.

Първото изискване е по-трудно да бъде осъществено. То зависи от желанието на хората какъв автомобил да притежават. По отношение на цената им, обаче нещата стоят по съвсем друг начин. Тъй като автоелектропроизводството е в своя начален стадий във всяко едно отношение и като такова то е съпроводено с много проблеми – започвайки от дизайна на електромобилите и завършвайки със зарядните станции. А отделен е въпросът, че ще има сериозна съпротива от страна на производителите на течни горива, които виждайки в електричеството новото направление за алтернативна енергия ще се противопоставят по всякакъв начин на



този вид енергозадвижване. Може да се каже, че и автозаводите, произвеждащи автомобили с класически двигатели, не са много заинтересовани да преминават на производство на електромобили. Действително има нови разработки свързани с електромобилното производство, създават се концептуални модели, които определят бъдещата линия на развитие на електромобилите. Проблемът е голям от гледна точка на развитие на потребността от нови източници на енергия приложими в автомобилите. Електромобилната индустрия изисква твърде големи инвестиции. Това означава, че ще трябва да се заделят колосални средства от печалбите на продажбите на обикновените автомобили. А за тези автомобили няма никаква трудност да бъдат продадени. Затова масовото производство трудно може да бъде организирано толкова бързо. Значително внимание ще бъде отделено, както се спомена по-горе и на крайната цена. Тъй както производството на автомобили с т.нар. „нулеви,“ емисии не е евтино, изискването за цената ще има определяща роля при продажбите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

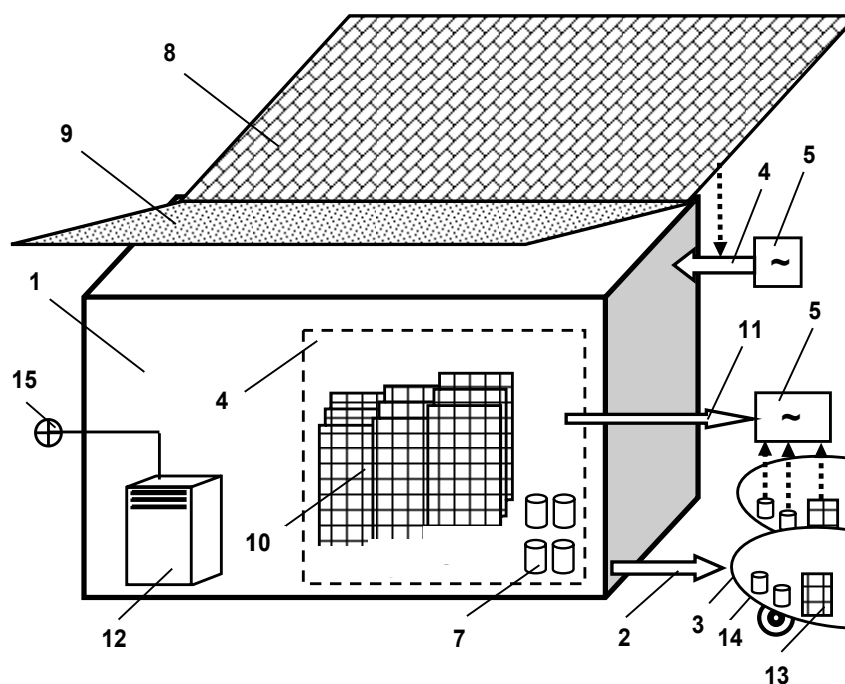
Най-важният елемент от който зависи стратегическото развитие на електромобилите е запаса от гарантиран пробег. Последния се осъществява от акумулаторна батерия, която трябва да отговаря на специфични и противоречиви условия. В електромобилите се използват два вида акумулаторни батерии (за по-кратко ще споменаваме само батерия) – оловни и литиеви. Разбира се, оловните батерии са доста евтини, но теглото им е прекалено голямо за използването им в автомобил с електрозадвижване. Те се поставят обикновено при машини с промишлено предназначение. При това те не осигуряват и голям запас от пробег. Литиевите батерии са доста усъвършенствани, но са много скъпи. За сметка на това пробег на автомобила с литиеви батерии е около два пъти по-голям от този с оловни. За един пробег (около 300 километра) в рамките на голям град това е приемлив вариант. Но при ежедневна употреба на автомобила при извънградски условия и при големи разстояния, явно е че изискването към батерията нарастват многократно.

За решаването на този проблем са отделени доста средства и научен потенциал и вече е постигнат много добър резултат. Разработени са няколко технологии от типа на Mild-, Strong- и Plug хибридни автомобили, а също така и системата Range Extender. Засега водещо място сред батериите, които се използват за отдаване на енергия за електромоторите е литиево-йонната. В хибридите се използват основно никел-метал хидридни батерии. Но те са се изчерпали като технологичен потенциал. Литиево-йонната технология има много добра перспектива на развитие. При този вид батерия литиево-йонните клетки дават при изпитанията много по-добра плътност на мощността, по-високо номинално напрежение, висока енергийна плътност и това ги налага пред никел-метал хидридните батерии. Литиево-йонните акумулаторни батерии имат висока циклична зареждаемост, по-голям експлоатационен срок, саморазреждането – едно негативно явление – е сведено до минимум. Тези батерии имат вече доста широко приложение в битовата електроника. Всичко това налага големи изисквания пред литиево-йонната технология. Засега има постигнати високи резултати в производството им, но цената е определящият фактор при покупката на един автомобил, а тези батерии имат висока стойност и достигат до 70% от стойността на автомобила. Така например, ако искаме да се движим със скорост над 120 km/h с електромобил, който има тегло 1000 kg, ще ни трябва батерия с около 21 kWh. Такава батерия днес струва около 450 eur/kWh. Или за 21 kWh цената стига до 9500 EUR. Като се има предвид, че радиуса на действие трябва да е поне 200 km, ясно е, че ще трябва по – мощни батерии, което ще доведе до допълнително оскъпяване. Развитието на тази



технология ще става по следните направления – нови химически съставни части на клетката и нова структура на акумулаторната батерия, общо изграждане на клетките на батерията, системи за управление на батерията и контрол върху нея. При хибридните автомобили на първо място стои отдадената мощност за единица време, която трябва да се акумулира за много кратък времеви интервал и бързо да се отдаде. Достигната е специфична мощност от 3000 W/kg и специфична енергия 85 Wh/kg, а за една енергийна клетка за електромобил - 110 Wh/kg. Bosch разработва технология, която трябва да достигне енергийна плътност над 4000 W/kg до 2012 г. и енергийна плътност по-голяма от 150 Wh/kg за електромобилите. Това ще доведе до повишаване на характеристиките на литиево-йонните акумулаторни батерии с 30 - 40 %. За хибридни автомобили се разработва батерия, която трябва да издържи близо 1 млн. цикъла на зареждане, тъй като при движение не се използва целия капацитет на батерията, при хибридите тази използваемост е около 20 %. При електромобилите обаче са достатъчни между 2500 и 3000 цикъла за зареждане. С това може да се предвиди срока за експлоатация на батерията да бъде над 12 години или пробег до 250000 km. Литиево-йонните акумулаторни батерии са капризни спрямо температурата. По данни от производители оптималната температура е от +15⁰ C до +45⁰ C. При ниски температури мощността на батерията пада. Но и при високи температури се намалява експлоатационната и продължителност. Тук се налага управление и контролиране на температурата при която работи батерията. Друг немаловажен въпрос е защитата на батерията по време на катастрофа. Тя трябва да е разположена така в автомобила, че при евентуален удар, да се предпази от разрушаване.

Акумулаторните батерии се нуждаят от зареждане, което да е независимо от общото мрежово захранване, като зарядната станция трябва да е оборудвана, както с външен източник на електроенергия, така и със собствени енергоизточници. Като пример за такава зарядна станция можем да посочим показаната на фигурата интелигентна зарядна станция за акумулатори.



Фиг. 1. Интелигентна зарядна станция – общ вид и компоновка



Интелигентната зарядна станция (1) за електроакумулатори за интелигентни електрически мрежи е свързана чрез изходен терминал (2) за зареждане на електротягови автомобили (3) и чрез входен терминал (4) за захранване с електричество от мрежата (5), като в станцията (1) има електроакумулиращ буфер (6), състоящ се от суперкондензатори (7), а входният терминал (4) е свързан и към фотоволтаични модули (8) и други извънмрежови електрогенериращи източници, характеризираща се с това, че към фотоволтаичните модули (8) са монтирани светлинни отражатели (9), а буферът (6) е съставен и от множество обратни електроакумулатори (10) и газови електрогенератори е свързан към мрежата (5) през втори изходен терминал (11). В едно особено предпочитано изпълнение интелигентна зарядна станция се управлява от централен компютър (12), чиито входове са свързани с датчиците за състоянието, на суперкондензаторите (7) и обратните електроакумулатори (10), с датчиците за електрогенерация от фотоволтаични модули (8) и от другите възобновяеми енергийни източници, с датчиците за състоянието, съответно на електрическата мрежа (5) и автомобилните акумулатори (13) и автомобилните суперкондензатори (14) и с датчиците (15) за получаване на заявките за електрозареждане на електротягови автомобили (3), приближаващи интелигентната зарядна станция (1), а изходите му са свързани към изпълнителни механизми за зареждане на суперкондензаторите (7) и обратните електроакумулатори (10), и към изпълнителни механизми за разпределение на електропотоките от фотоволтаични модули (8) и от другите възобновяеми енергийни източници между мрежата (5) и буфера (6), и към изпълнителен механизъм за включване на автомобилните акумулатори (13) и автомобилните суперкондензатори (14) към електрическата мрежа (5).

Разработват се или са в процес на довършване много проекти на електрозадвижването на автомобилите. Внедряват се зарядни станции, както за домашно, така и за обществено ползване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накрая искам да добавя, че перспективата за развитието на електроавтомобилите е многообещаваща. Но самата развойна дейност по това направление изисква доста усилия, иновации, много средства. Трудностите сега започват. Но като всяко нововъведение и това ще се наложи. Разработките на новите батерии са в напреднал етап – както се спомена по-горе изискват се не само много добри характеристики от тях, но и една приемлива за обществото цена на самия електроавтомобил. Оптимизмът ни кара да искаме това да стане по-бързо. Водещи компании и автозаводи се стремят да постигнат скорошни резултати и те не са далече от поставената цел.

ЛИТЕРАТУРА и ИЗТОЧНИЦИ

[1] Joahim Fetzer – SB LiMotive - Bosch

[2] Изобретение № 342011

За контакти:

Гл. ас. инж. Петър Казаков, Тракийски университет – Стара Загора,
Технически колеж- Ямбол, ул. “Граф Игнатиев” 38, Ямбол 8600.

GSM: +359 878 404 0499 ; E-mail : peter_yb@abv.bg



Оценка на ефективността от използването на електромобили в градски условия

Велизара Пенчева, Асен Асенов

Evaluation of the effectiveness of the using of electrical car in urban conditions. In the paper a methodology for assessing the economic efficiency of the replacement one vehicle or fleet, fueled by an internal combustion engine with another vehicle (park), using electricity was proposed. With the proposed methodology was made evaluation between the two parks, where it was shown that the case at the park with electrical cars is more efficient.

Key words: electrical car, efficiency, town, methodology

ВЪВЕДЕНИЕ

В днешно време използването на екологични автомобили, работещи с електрическа или друг вид алтернативна енергия вече е една от водещите тенденции в програмите на редица държави и организации. Според новата Бяла книга 'Транспорт' 2050 г. през следващите години се планира инвестирането в екологични проекти в транспорта [2]. В градовете ще се стимулира използването на товарен и пътнически транспорт с алтернативни на ДВГ двигатели-електрически, водородни и хибридни. Очаква се големите производители и инвеститори да насочат усилията си към развитието на екологични превозни средства и инфраструктура за тях. Това поставя въпроса за оценяване на ефективността от използването на алтернативни превозни средства, вместо традиционно използваните, работещи с петролни продукти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В периода от декември 2007г. – до юни 2010 г. по проект „Зелени алтернативни пощенски автомобили” – „Green Post”, финансиран по програма Интелигента енергия за Европа, в условията на пощите в четири държави Белгия, Италия, Унгария и България, бяха изследвани експлоатационните условия за приложение на хибриден и електрически варианти на четириколесно моторно превозно средство, произведено от Дукати Енергия - Free Duck. Координатор на проекта бяха Италианските пощи. В проекта участваха 7 партньори Дукати Енергия; Община Перуджа; неправителствената организация Легамбиенте; Междунниверситетски център за изследвания на замърсяването (CIRIAF), Италия; Асоциация на европейските пощенски оператори (PostEurop); Унгарски пощи; катедра Транспорт от Русенски университет "Ангел Кънчев"; Белгийски пощи [3].

Основните задачи, в проекта бяха свързани с определяне на пригодността и ефективността на електромобилите, в случая електромобил Free Duck, за работа в условията на пощенските оператори. От изследванията по проекта се очаква в дейността на пощите да бъдат внедрени нови екологични паркове от електрически автомобили.

По проекта в Русенския университет беше предоставен електрически вариант на Free Duck и научният колектив направи тестовете на електромобила в експлоатационните условия на страната.

1. Структура на градските зони.

В държавите на Европа се използват различни критерии, по които се определя дали една зона е градска или не. Така например в Германия населено място с над 150 жит./км² се приема за градска. В Холандия разделението е според адресите на км², при което се различават 5 градски зони: много гъста с 2500 и повече адреса/км²;



гъста – 1500 до 2500 адреса/км²; умерена – 1000 до 1500 адреса/км²; слаба – 500 до 1000 адреса/км²; не градска – по-малко от 500 адреса/км². В други страни определянето зависи от броя на живеещите в населеното място, така например за Италия, Испания и Швейцария за градска зона се определя район в който живеят повече от 10 000 жители. Градове с жители до 50 000 са малки, между 50 000 и 250 000 (350 000) се приемат за средни по големина и над 350 000 големи. В България градовете основно са с брой жители под 350 000, с изключение на София, която е гъсто застроена и заселена с около 1 300 000 жители, [4].

По своята същност градовете се състоят от самостоятелно обособени жилищни зони (квартали), които могат да функционират независимо една от друга и удовлетворяващи изискванията на живеещите в тях. Тези зони са с изградена пътна инфраструктура, която позволява свободно и безпроблемно движение в тях и между отделните зони. Изградени са и допълнителни зони – административните, промишлените и търговските, които допълват нуждите на живеещите в жилищните зони. Поради своите особености и изисквания към тях те се изграждат в близост извън жилищните зони. В самите жилищни зони също са изградени търговски обекти (малки и големи магазини), които удовлетворяват основно ежедневните и най-необходимите потребности на живеещите в тези райони. Също така са изградени и големи специализирани магазини, чието зареждане се осъществява по-рядко, но удовлетворява напълно всички нужди на жителите. По този начин с минимален брой пътувания се постига задоволяване на потребителите от жилищните зони. Дори такава организация позволява при посещение на търговските пунктове, придвижване пеш или с велосипед. Много често, обаче посещенията се правят с лични автомобили. Това натовазва автомобилното движение и води до задръствания по улиците и увеличаване на замърсяванията на градовете от изхвърлените от автомобилите с ДВГ изгорели газове. За да се избегне това се търсят нови решения за използване на превози средства, използващи алтернативна и екологична енергия, които същевременно да удовлетворяват нуждите на потребителите и да бъдат икономически ефективни [1]. Пощенските и куриерските доставки на услуги са важен елемент от ежедневието на съвременния град. Така, например пощенските услуги във всички европейски градове, осигуряват мрежови връзки между 800 мил. души на ден. Изпълнението на тези услуги допълнително натовазва движението.

2. Методика за определяне на икономическата ефективност.

При определяне на икономическата ефективност е необходимо да се определят общите разходи, които се разделят на постоянни и променливи, за всяко превозно средство/парк, [3]. За превозните средства (автомобили с двигатели с вътрешно горене, мотоциклети, електромобили), използвани в градските зони определяме разходите както следва.

2.1. Постоянни разходи

$$P_{Fix} = P_{Gar} + P_{Is} + P_{WS} + P_{BWS} + P_{Ad} + P_{Adm}, \text{ лв.} \quad (1)$$

където P_{Gar} са разходите за гараж (наем, изграждане), разрешителни за функциониране на зарядните станции;

P_{Is} - разходите, свързани с инфраструктурата и паркингите;

P_{WS} и P_{BWS} - съответно разходите за придобиване и изграждане на зарядни станции (според броя автомобили);



P_{Ad} - допълнителните разходи, свързани със закупуване на облекло за пощальона и други;

P_{Adm} - административните разходи.

2.2. Променливи разходи

$$P_{Var} = P_a + P_{Ins} + P_{Tax} + P_{Reg} + P_{Fuel} + P_{En} + P_{Bat} + P_{Sal1} + P_{Sal2} + P_{Ser} + P_{Fad} + P_{Was} + P_{Ot} + P_{Ac}, \text{ лв.} \quad (2)$$

където P_a - разходите за придобиване на превозните средства без батерии, които се амортизират за n_A години;

P_{Ins} - разходи за застраховки;

P_{Tax} - разходите за данъци;

P_{Reg} - разходите за регистрация;

P_{Fuel} - разходите за горива;

P_{En} - разходите за енергия;

P_{Bat} - разходите за придобиване на батерии, които се амортизират за n_{Bat} години (2 години);

P_{Fad} - разходите за горива на допълнително наетите превозни средства, работещи на половин ден;

P_{ser} - разходите за сервизно обслужване (разход за масла (ДВГ, трансмисия, греси), гуми, резервни части, труд (почистване, ремонт, ТО, диагностика) и за зарядните станции и електромобилите/ хибридните автомобили);

P_{Was} - разходите за измиване и почистване на превозните средства;

P_{Ot} - разходите за други дейности;

P_{Ac} - разходите направени поради настъпили пътни произшествия;

P_{Sal1} , P_{Sal2} - разходите за персонал (водачи), работещи съответно на пълен и на половин работен ден.

2.3. Общи разходи за парк с n МПС

$$P_o = \sum_{i=1}^n (P_{Fix} + P_{Var})_i, \text{ лв.} \quad (3)$$

2.4. Определяне на икономически ефективното превозно средство.

При наличие на две и повече превозни средства оценяването се извършва по зависимостта

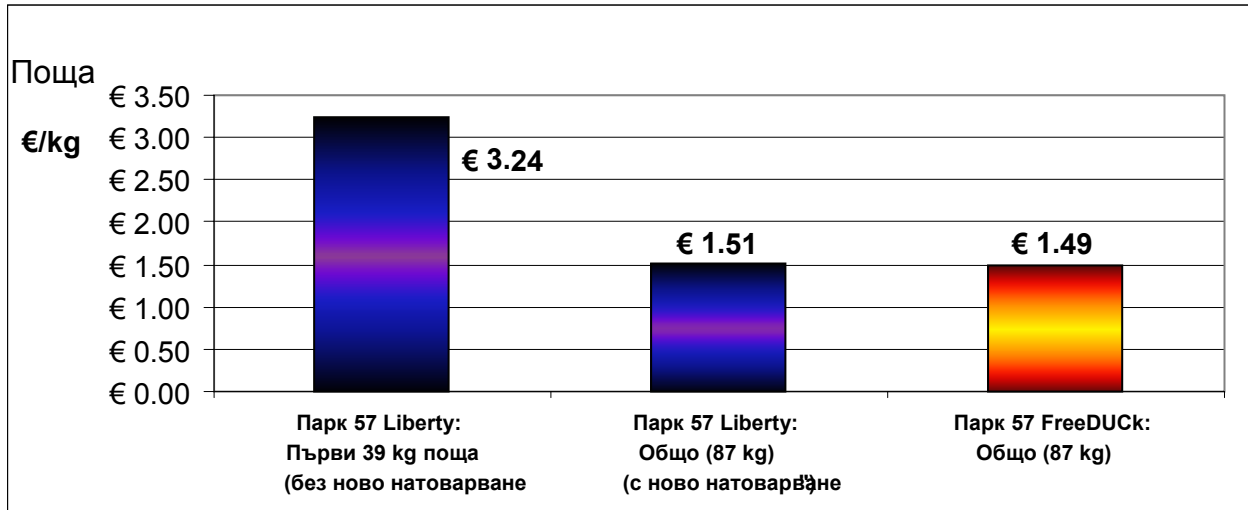
$$P_o^e = \min(P_o^j), \text{ лв.}, \quad (4)$$

където $j = 1 \div n$, е номерът на превозното средство, при n превозни средства/парка.



Превозното средство, при което P_o^j има най-малка стойност е най-ефективно.

При сравняване на мотоциклет Liberty 125 и електромобил Free Duck, работещи в условията на италианските пощи по проект Зелени пощи са получени следните резултати, (фиг.1).



Фиг. 1. Разходи в евро на kg доставена поща от МПС

За трите случая на извършване на доставка на поща от фиг.1 с мотоциклет Liberty 125 с натоварване от 39 кг, мотоциклет Liberty 125 с доставка и следващо натоварване до достигане на 87 кг и електромобил с натоварване от 87 кг се получават разходи в евро за кг, които показват че електромобилът е с 46% по-ефективен спрямо първия случай и с 2% при втория, като се има в предвид, че при втория случай мотоциклетът се връща за следващо натоварване.

При цялостна оценка на годишна база, разликата между двата парка показва, че електромобилът е икономически по-ефективен в резултат на което общите разходи намаляват с 495 евро на година. За период от 5 последователни години, за които е планирана амортизацията на електромобилите, икономическият ефект е от 2 473 евро.



Фиг.2. Участниците в срещата на G8 (8-9 юни 2009г.) в Аквила пътуваха с ново поколение превозни средства-електромобили. FREE DUCK получи всеобщо одобрение.



Фиг.3. Обсъждане на резултатите от проекта на заключителната конференция по проект Green Post в Рим през юни 2010г. с участието на представители на Русенския университет.



Български пощи, гражданите и журналистите проявиха голям интерес към резултатите от проекта.

Кръгла маса в София, организирана от Русенския университет и Български пощи с участието на италианския посланик и партньори от проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е методика за определяне икономическата ефективност на използваните автомобили или паркове от автомобили, която позволява да се направи оценка при замяната на един автомобил/парк с друг.

С подготвената методика е извършена оценка на икономическата ефективност на два пощенски парка, състоящи се от мотоциклети Liberty 125 и електромобили Free Duck в проект „Зелени пощи“. Резултатите показват, че използването на алтернативния парк от електромобили за транспорт в пощите, в условията на средните по големина градове е икономически ефективно, в резултат на което разходите се намаляват с 495 евро на година или с 2 473 евро за период от 5 години.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Асенов, А., В. Пенчева, Х. Белоев. Теоретичен модел за оценяване отделяните газове от автомобилния транспорт в околната среда. МотАуто'08. Созопол. 2008, с. 69-72, ISSN 1313-5031

[2] ЕК. Бяла книга „Транспорт“ 2050. Брюксел. 2011.

[3] Asdrubali, F., F. Rossi, F. Cotana, G. Galli, C. Buratti, G. Cellai, A. Nicolini, M. Filippini, A. Marri, (2009): GREEN POST: Report on Energy/Environment Impact, Economic cost effectiveness and Safety Guidelines, Funded by IEE, CIRIAF, Perugia, Italia. 2010.

[4] Pencheva, V, A. Asenov. An opportunity of introducing alternative vehicles for postal services within urban environment. UNIVERSITY OF PITESTI, SCIENTIFIC BULLETIN. AUTOMOTIVE series, year XIII, no.16 2008.. p 263-268, ISSN 1453-1100.

За контакти:

доц. д-р инж. Велизара Иванова Пенчева, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 377, e-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

гл.ас. д-р инж. Асен Цветанов Асенов, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 605, e-mail: asasenov@uni-ruse.bg.



Транспорта в град Русе - проблеми и решения

Пламена Гагова, Павел Стоянов

This paper examines the environmental problems of urban passenger transport in the city of Ruse. Implementation of environmental resources for transportation.

Key words: buses, trams, ecological, public passenger transport.

ВЪВЕДЕНИЕ

Поради нарастващите локални и глобални проблеми със замърсяването на околната среда и вероятността от намаляване на енергийните суровини, автомобилите и техните двигатели трябва така да се конструират, че да посрещнат бъдещите социални нужди произтичащи от тези проблеми през следващото десетилетие. Отчитайки този факт много страни разработват проекти за по-икономични и с ниски емисии превозни средства и двигатели както и търсене на алтернативни горива.



Фиг. 1. Смог

ИЗЛОЖЕНИЕ

Електроенергията от дълги години присъства в превозните средства на общественият транспорт. Такива например са трамваите и тролейбусите. И двете превозни средства се захранват с електричество посредством въздушна контактна мрежа. Поради тази причина не им е необходим ДВГ. Което прави превозните средства екологично чисти без да отделят вредни емисии в околната среда. Също така имат голяма превозна способност и ниска себестойност на превозите. Недостатък им е, че скоростта им е ниска и е необходимо да се изгради контактна мрежа, като при трамваите и изграждане на релсов път.



Фиг.2. Тролейбус

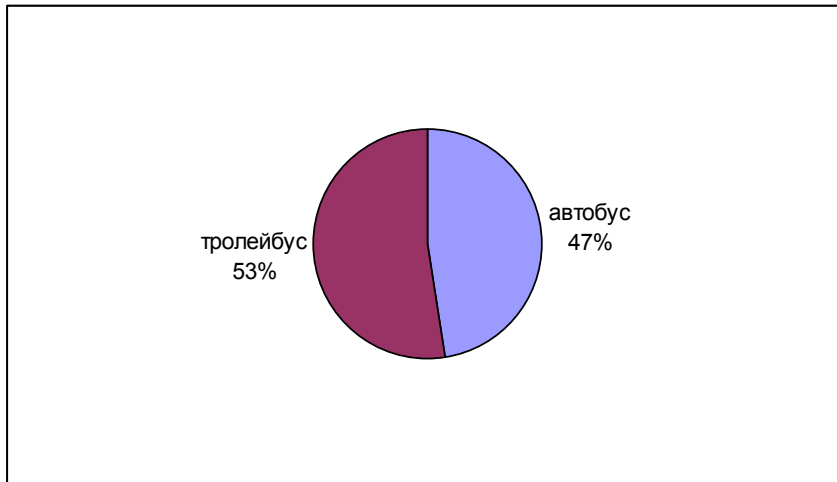


Фиг.3. Трамвай

Един от основните проблеми, които се явяват пред градския пътнически транспорт (ГПТ) в град Русе е следният - Внедряване на екологични средства за предвижване.

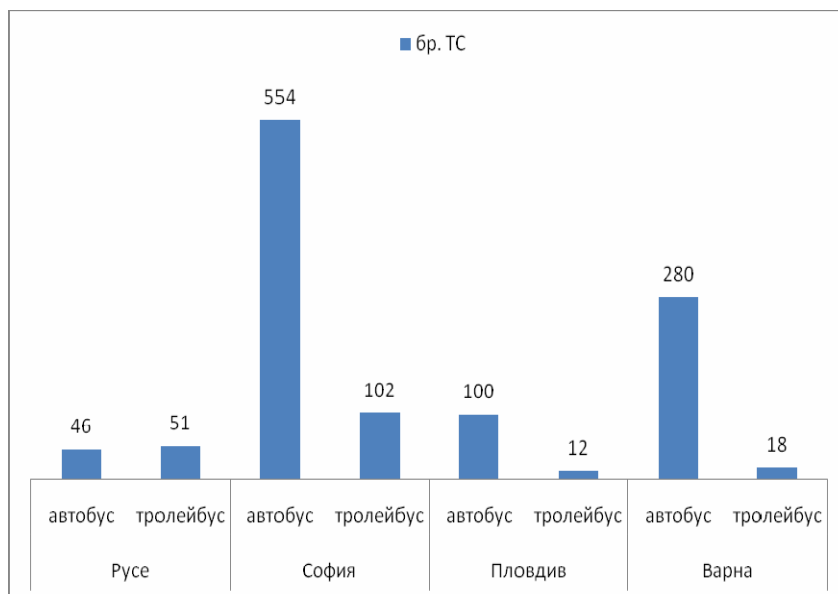


Град Русе разполага с 2 вида превозни средства за градски транспорт това са автобуси и тролейбуси. Автобусите са 46 броя и обслужват 19 линии. Тролейбусите са 51 броя и обслужват 9 линии. Автобусите обслужват по - къси разстояния и затова броят на линии е много по – голям средно 9 км за пълен маршрут. Тролейбусите обслужват значително по дълги маршрути средно 14 км за пълен маршрут.



Фиг. 4. Съотношение между ТС в град Русе

За сравнение с някои по – големи български градове Русе има над 50% екологичен масов градски транспорт. Данните са представени в фигура 5.



Фиг.5. Съотношение между ТС в големите градове спрямо гр. Русе

Въпреки това, че Русе е с голям процент екологични ТС в ГПТ, скоростта на тролейбусите е ниска поради това, че са зависими от електрическата контактна мрежа и маневрират трудно. Автобусите са по- бързи, но в същото време са по- шумни и отделят вредни емисии в околната среда. Едно от решенията на тези проблеми е като се използват по малки ТС които също да бъдат екологични чисти,



но да са по-бързи и маневрени. Пример за такова ТС може да е електроавтобусът GULLIVER.

Електроавтобусът GULLIVER е превозно средство с малка превозна пътническа способност. Автобуса разполага с 10 седящи места и 21 правостоящи. Също така е и с малки габарити: дължина от 5 м. и широчина 2 м. С оглед малките си габарити транспортното средство е много подходящо за централната градска част, където инфраструктурата и автомобилният трафик не позволяват навлизането на големи превозни средства. Най – голямото предимство на електроавтобусът е неговото задвижване. Този тип електроавтобуси са с изцяло екологичен начин на задвижване. Той разполага с електромотор който се захранва от две последователно свързани батерии. Мощността която развива двигателя е 27.2 kW или 36.46 к.с. С тези показатели GULLIVER U520 ESP/LR има работоспособност от 12 ч. или пробег от 130 км. с включен климатик. Поради тези си предимства GULLIVER U520 ESP/LR е предпочитан от много европейски градове и столици в страни като: Германия, Белгия, Испания и Италия.

Таблица. 1. Техническа спецификация на GULLIVER U520 ESP/LR

Двигател	Постоянно токов електромотор с въздушно охлаждане
Мощност	27.2 kW (36.46 CV) à 1890 t/min
въртящ момент	137.3 Nm (14 kgm) à 1890 t/min
Трансмисия	една скорост напред + задна
Електрическа система	
номинално напрежение	85 V CC
Електроника	1000 A
Батерии	2 батерии последователно в свързани в 85 V - 836 Ah
Електрически съоръжения за аксесоари	
номинално напрежение	24V
Батерии	2 de 12 V - 50 Ah



Фиг. 6. Електроавтобус GULLIVER U520 ESP/LR



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За да бъде градският масов транспорт по устойчив, екологичен и достъпен ние предлагаме тестово пускане на 3 броя електроавтобусът GULLIVER U520 ESP/LR в централна градска част най – вече в малките централни улици, по които до сега трудно преминават автобусите на градския транспорт. В централна градска част са съсредоточени основните административни и публични центрове и институции. С пускане на тестови електроавтобуси ще постигнем ефекта на пълното качествено обслужване от страна на градския транспорт. Пътниците ще могат лесно и бързо да се предвижат от всяка точка на града до централна градска част. Най – голямото предимство на този тип електроавтобуси, е че всички са напълно оборудвани за трудноподвижни хора. По този начин се подпомага тази група хора с достъпността им до всички административни центрове.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Драгнева Н., Влияние на участъковата скорост върху времето за пътуване в системата “Обществен пътнически транспорт” Четирнадесета научна конференция с международно участие “Транспорт 2004” ВТУ “Тодор Каблешков” гр. София 2004.

[2] Любенов Д.А., М. Маринов, Ж. Гелков.: Изследване движението на линия „2А” от масовия градски пътнически транспорт в гр. Русе. Научни трудове на русенския университет. Том 48, серия 4, 2009, с. 14-18.

[3] <http://www.greenwaco.be/infra/pdf/tecnobus-gulliver2-fr.pdf>

[4] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0186:FIN:BG:PDF>

[5] <http://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81>

За контакти:

Маг. инж. Пламена Гагова, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 605, Е-mail: pgagova@uni-ruse.bg.

Маг. инж. Павел Стоянов, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 609, Е-mail: pstoyanov@uni-ruse.bg



Проектиране на електрически веломобил

Веселин Маринов, Иван Белоев

Design of electrical velomobile: *The paper justifies the necessity of international activities in order to improve the quality of social and cultural environments. It deals with scientific research involving innovation and design. The main objectives of the paper are: to disseminate the most important contributions of the Intensive program “POWERING THE FUTURE WITH ZERO EMISSION AND HUMAN POWERED VEHICLES” and to present the contribution of the scientific students’ team from University of Ruse in the Intensive Programme in the frame of analysis of future prototypes of human powered vehicles.*

Key words: *Intensive Program, Velomobiles, Electrical vehicles, Design.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното Европейско общество е наясно с обстоятелствата, че енергийните ресурси са ограничени и че използването им има негативни последици за околната среда. Основна задача в този момент на развитие и на глобализация на обществото е намирането на решения за опазване на околната среда. Конструирането на електро автомобили и веломобили играе важна роля като част от тези решения. Интензивната програма „Задвижване на бъдещето с нулеви емисии и подпомогнати от човешката сила превозни средства“, финансирана от Гръцката агенция за човешки ресурси и координирана от АТЕИ – Тесалоники, има за цел да разработи прототип на иновативен веломобил, [1].

Интензивната програма се проведе през март 2011 в Политехническият университет на Каталуня - гр. Тераса, Испания. Следните резултати бяха особено важни за студентите:

- Изграждане на екип от студенти от различни държави, учещи в една и съща област на знанието;
- Работа в конкурентна среда с други млади бъдещи специалисти;
- Подобряване на нивото на Английски език.

Целта на представения материал е да покаже приноса на екипа от български студенти, участници в Интензивната програма.

АЕРОДИНАМИЧНОСТ НА ВЕЛОМОБИЛИТЕ

Аеродинамичните качества на задвижваните с човешка сила превозни средства (Human-powered vehicle HPV) са от първостепенно значение. Веломобил с подходящ дизайн по този критерий е показан на Фиг.1а [2].

Освен това, веломобили от типа на “Go-One3”, включват в конструкцията си и електрическа част, което е от особено значение за популярността им. Веломобилът “[Go-One3](#)” се отличава с добра видимост за водача, маневреност и устойчивост, докато бъде изчерпана енергията на водача или на батерията. Конструкцията е показана на Фиг.1b [3].



(a)

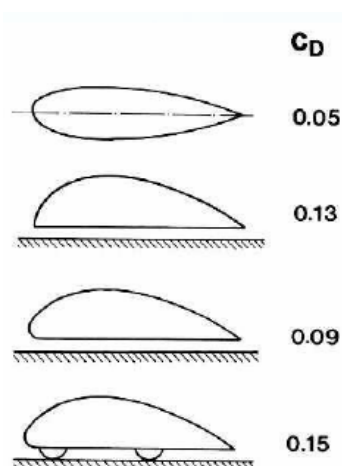


(b)

Фиг.1. Прототипи на велосипеди: (a)- представен в [2]; (b) "Go-One3" [3]

С цел достигане на по-нисък ресурс от човешка сила, необходим за задвижване на електрическия велосипед (Human Powered Electric Vehicle), е наложително студентите да оптимизират формата на превозното средство.

На фиг. 2 са показани различни примери за добра аеродинамичност: от формата на сълзата до примерен дизайн на електрическия велосипед.

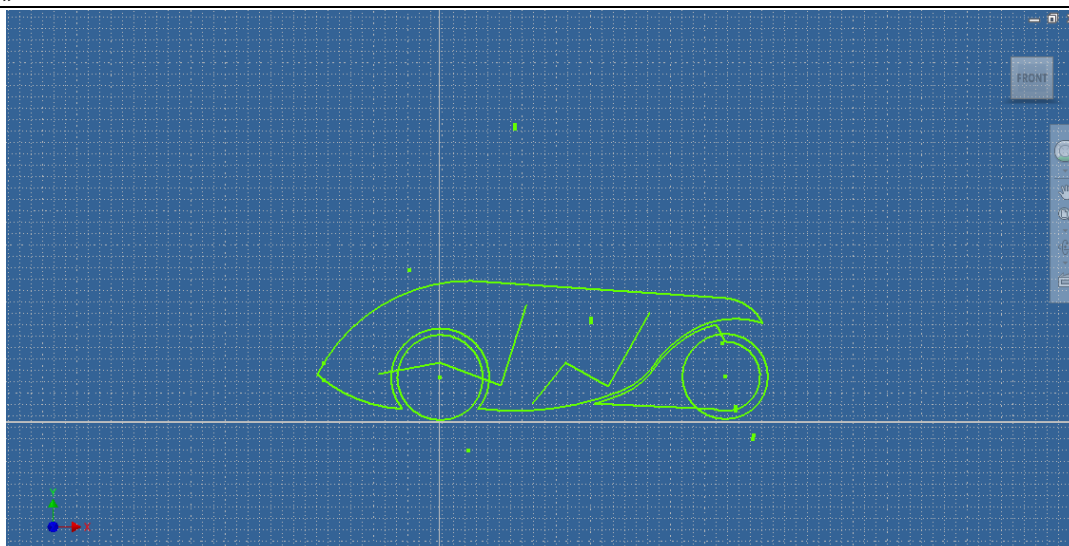


Фиг.2: Примерен дизайн по критерия аеродинамичност

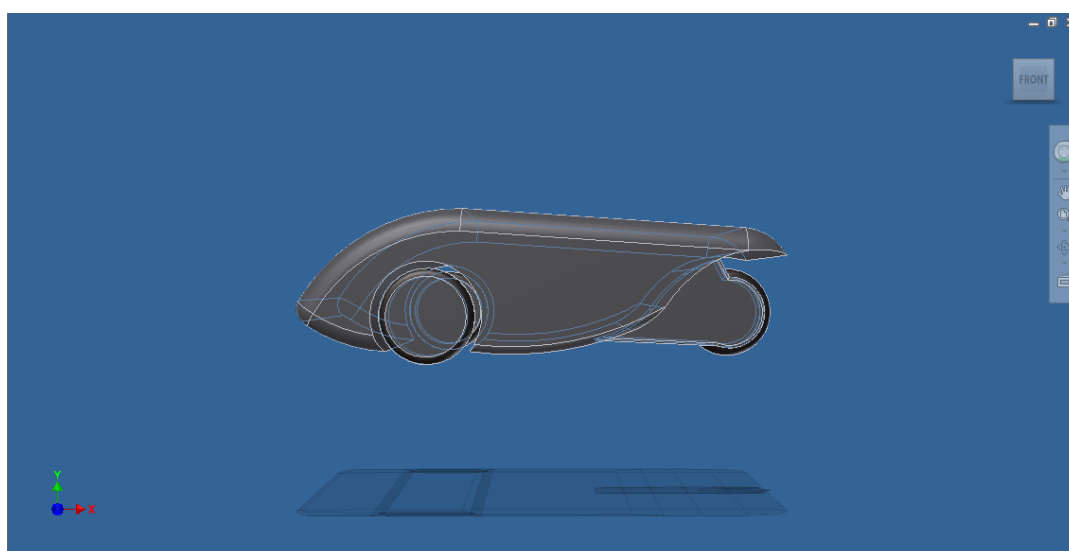
МОДЕЛ, РАЗРАБОТЕН ОТ ЕКИПА ОТ БЪЛГАРСКИ СТУДЕНТИ

На Фиг.3, 4, 5 и 6 са показани CAD чертежите на превозно средство с две седалки, които са разработени в рамките на учебните занятия в Интензивната програма. Дизайнът е изчистен.

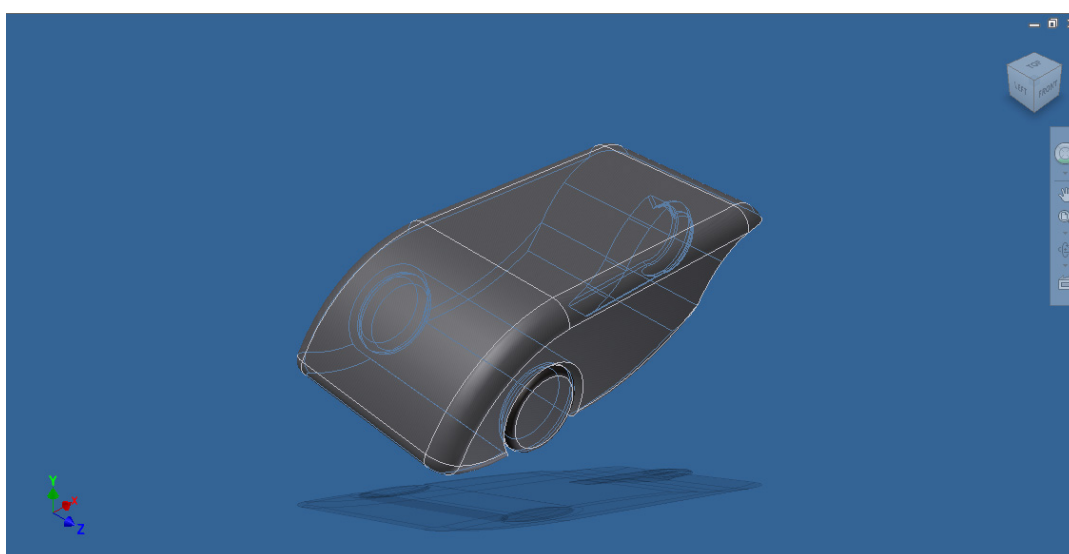
Освен това, моделът притежава сравнително добри аеродинамични качества. Чертежите са изработени с помощта на "Autodesk Inventor Professional 2010".



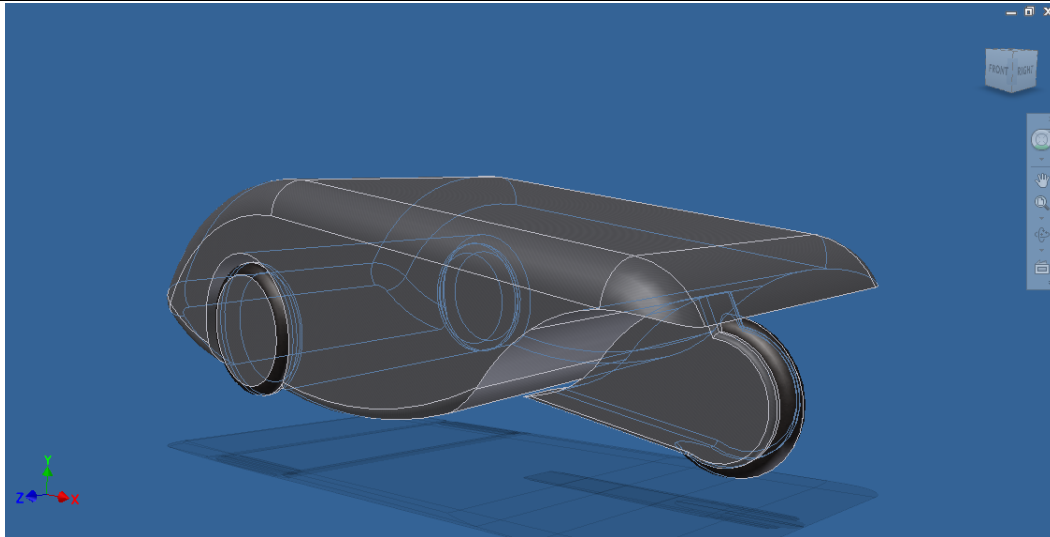
Фиг. 3: Чертеж 1



Фиг. 4: Чертеж 2



Фиг. 5: Чертеж 3



Фиг. 6: Чертеж 4

На този етап от работата по проекта, [1], още не е изяснена концепцията за точния вид електрозадвижване и механично задвижване. Предстоят да се уточнят проблемите на управлението на хибридно задвижване на електрическия велосипед и преминаването от един режим на работа в друг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на изследването в рамките на проекта могат да направят следните изводи:

1) Успешното провеждане на Интензивната програма „Задвижване на бъдещето с нулеви емисии и подпомогнати от човешката сила превозни средства“ позволява да се активизира международното сътрудничество и да се създадат многонационалните научни екипи.

2) Интензивната работа по международни проекти разширява международните контакти на студентите и им дава възможност да работят в конкурентно способна среда.

Изследванията са подкрепени от IP, “Powering the Future with Zero Emission and Human Powered Vehicles”, договор № 2010-1-GR1-ERA10-04393. Проектът се осъществява с подкрепа на Erasmus LLP Интензивна програма 2011.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Erasmus LLP Intensive Programme 2011, “POWERING THE FUTURE WITH ZERO EMISSION AND HUMAN POWERED VEHICLES”, Contract № 2010-1-GR1-ERA10-04393, Coordinator: Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, Greece.

[2] Human powered velomobile, <http://www.greentechgazette.com/index.php/pedal-power/velomobiles-picking-up-speed-as-gas-prices-climb/>

[3] Go-One3 velomobile, <http://www.greentechgazette.com/index.php/pedal-power/go-one3-velomobile-with-electric-assist/>

За контакти:

Веселин Маринов, Специалност ТТТ, IV курс, Транспортен факултет, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: vess_marinov@yahoo.com

Иван Белоев, Специалност ТУТ, II курс, Транспортен факултет, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: beloev@abv.bg



Предпечатна подготовка:

гл. ас. д-р Гергана Станева
ас. инж. Георги Кадикянов

Формат: В5
Коли: 6
Тираж: 100бр.

ИЗДАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР
при Русенски университет „Ангел Кънчев“