

FRI-2.204-2-SITST-14

STUDY OF OPERATING MODES OF HYDROGEN FUEL CELL HORIZON XP 1000¹

Assoc. Prof. Dimitar Grozev, PhD

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 231
E-mail: dgrozev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Ivan Beloev, PhD

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 231
E-mail: ibeloev@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents a study of the operating modes of the Horizon HP 1000 hydrogen fuel cell. A working model was built to evaluate the parameters for different operating modes. The results define the consumption of hydrogen when changing the values of the power required for the efficient operation of the hydrogen fuel cell. The conclusions and practical results will be used in assessing the characteristics of an urban concept car powered by a hydrogen fuel cell.*

***Keywords:** Parameters, Operating modes, working model, Hydrogen, Fuel cell, urban concept car.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Класическият вид автомобилен транспорт има един основен недостатък и той е силно негативното му въздействие върху околната среда – проблем, който става все по-актуален. Той може да се разглежда в няколко насоки: изхвърляне на вредни вещества, източник на шум, консумиране на големи количества течни горива.

Основните методи за намаляване на вредните емисии, шума, течните горива, могат да се реализират чрез използването на алтернативните горива (био дизел, биогаз, природен газ, метан, водород и пр.), използване на автомобили с електро задвижване и използването на електрическа енергия от възобновяемите източници на енергия за зареждането им. За целта са необходими нови по своята същност системи.

Автомобилният транспорт е огромна индустрия и се очаква тази индустрия в близко бъдеще да претърпи сериозни промени, свързани с три основни фактора:

- Първият фактор - промените свързани с проблемите с енергийните ресурси. Автомобилният транспорт почти изцяло зависи от нефта. Запасите от нефт бързо намаляват. Различните мерки за повишаване ефективността при използването на горивото (намаляване на масата на автомобилите, увеличаване на коефициента на полезно действие на двигателите, внедряване на нови двигатели и др.) могат да забавят, но не и да предотвратят това.

- Вторият фактор, диктуващ необходимостта от промени се явява съвременното състояние на самата транспортна система. Години наред в транспортната система се правят малки и несъществени изменения, които не могат да решат всички проблеми. Необходими са промени, защото съществуващата система не може да удовлетвори всички изисквания, които са предявени към нея.

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА РЕЖИМИ НА РАБОТА НА ВОДОРОДНА ГОРИВНА КЛЕТКА ХОРИЗОНТ XP 1000

• Третият фактор са разработваните в последните 20-30 години, нови технологии, които могат да променят радикално транспортната система и да я превърнат в нова система, която да бъде по-добра от съществуващата.

Интегрирането на иновативни автомобили в транспортната инфраструктура би довело до намаляване на общото замърсяване, което от своя страна ще подобри екологичното състояние и качеството на живот на жителите на град Русе.

ИЗЛОЖЕНИЕ

При анализа на състоянието на транспортната система в световен мащаб може да се направят следните изводи:

Най-големите замърсители на въздуха с CO₂ емисии в света са страните САЩ и Китай, с над 36 % от общите CO₂ емисии. Общата тенденция на отделяне на CO₂ емисии в ЕС продължава силно да се влияе от CO₂ емисиите на държавите Германия и Великобритания, които генерират около една трета от емисиите на ЕС.

С интензивни темпове се внедряват автомобилите с електро задвижване. Очертават се два основни класа – само с електро задвижване, предназначени за градска среда и хибридните, с електро задвижване и ДВГ, предназначени предимно за извънградските маршрути.

Средните CO₂ емисии на новия европейски автопарк през 2012 год. възлизат на 132,2 g/km. Дългосрочната цел е средно 95 g/km, отделени CO₂ емисии от новите автомобили за 2020 год.

За държавите от ЕС 28, сектор „Транспорт“ генерира около 19 % от общите CO₂ емисии. Над 90 % от емисиите на парникови газове на сектор „Транспорт“ се дължат на автомобилния транспорт. Спрямо общите CO₂ емисии за нашата страна сектор „Транспорт“ има дял 13,5%.

Разходът на електроенергия за зареждане на разработените и приведени в действие модели автомобили с електро задвижване е в диапазон от няколко kWh/100 km пробег до 30 kWh/100 km пробег.

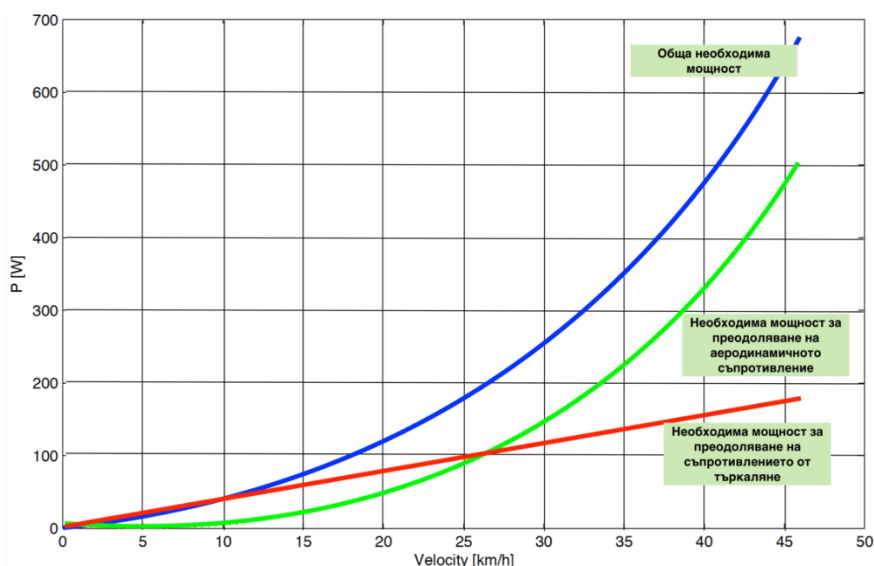
Конвенционалните автомобили в България отделят 60 351 kg (208 g/km) CO₂, електромобилите – 38 511 kg (133 g/km) CO₂, а хибридните автомобили – 37 103 kg (128 g/km) CO₂. Електромобилите отделят с 36 % по-малко CO₂ емисии, отколкото конвенционалните автомобили.

В страната е изградена мрежа, където функционират 1486 от бензиностанции, от които 536 са включени във няколко вериги (ПЕТРОЛ, ЛУКОЙЛ, ШЕЛ, ЕКО, РОМПЕТРОЛ), около 100 станции за зареждане с газ и толкова с метан.

Оценките за интензивността на замърсяването на околната среда от автомобилния транспорт имат субективен характер, не се използват потоците от горивата, с които ежедневно се зареждат автомобилите на всяка от бензиностанциите.

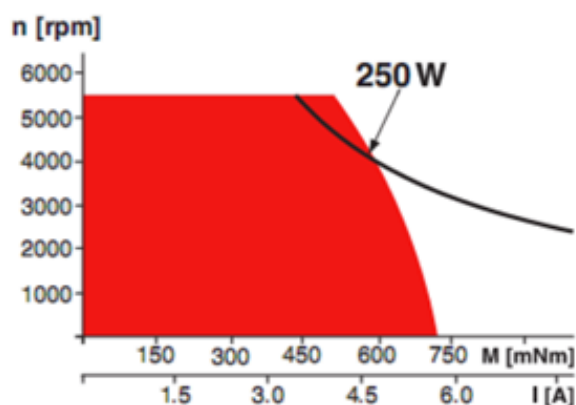
На база съществуващата инфраструктура от бензиностанции, газ и метан станции, трябва да се изградят нови по свойства система за комбинирано енергоосигуряване на автомобилния транспорт, в които да се вграждат възобновяеми енергийни източници за осигуряване както на собствените нужди на обектите, така и за зареждане на автомобили с електро задвижване и ДВГ.

Избраната водородна горивна клетка е предназначена да задвижи пътно превозно средство с маса 200 кг. На фиг. 1 са показани необходимите параметри, за работа на горивната клетка. Вижда се, че при скорост от 45 км/ч. мощността достига до 650 W. Това е оптималния режим на работа.



Фиг. 1 Необходима мощност при общо тегло 200 кг.

Избираме два постоянно токови електродвигатели от тип RE 50 със съответните параметри представени на фигура 2. Оптималната консумация на мотора се получава при 4200 оборота, при въртящ момент 600 mNm и при ток 4,5 А.



Фиг. 2 Режими на двата постоянно токови електродвигатели

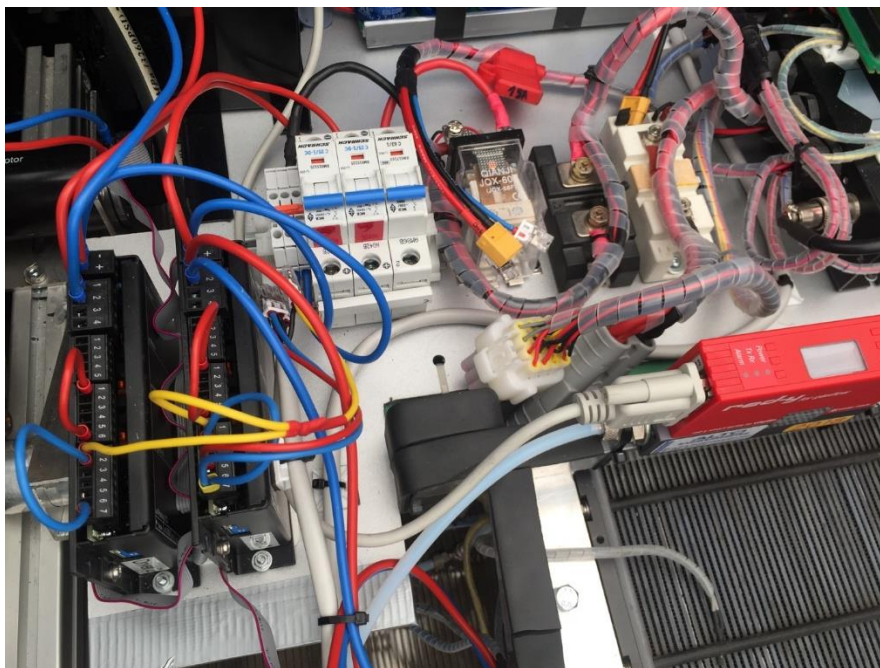
На Таблица 1 е представена зависимостта за консумацията на моторите при празен ход, без натоварване.

Таблица 1. Измерени параметри на RE 50 без натоварване

Напрежение ,V	Ток, А, RE50	Р измерено [W], RE50
15	0.30	4.5
20	0.34	6.8
25	0.36	9.0
30	0.36	9.0
35	0.36	12.3

40	0.41	15.6
48	0.43	16.0

На фиг. 4 е представена схемата на натоварване на двигателите. Монтиран е разходомер за водород и колело което е зацепено към електро двигателите със зъбна предавка 11:1, което позволява водородната клетка да се натоварва.

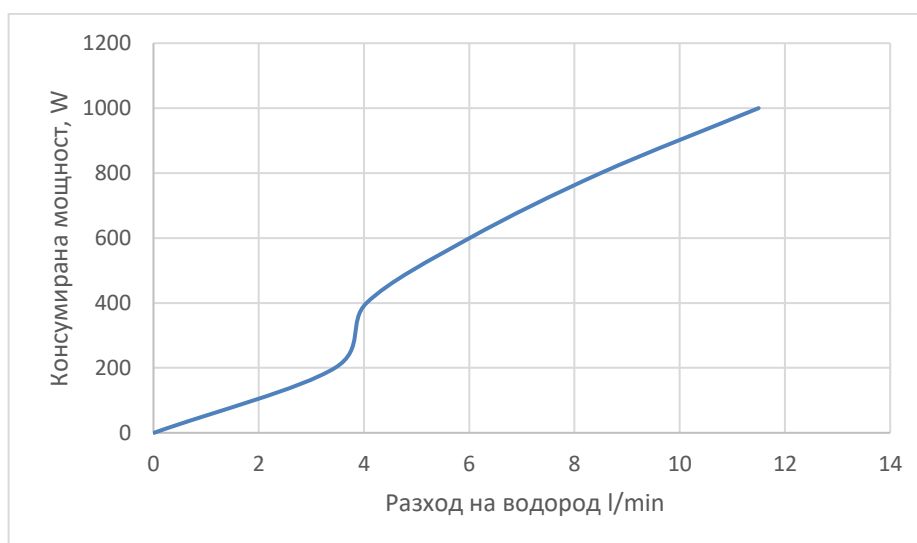


Фиг. 4. Схема на работа на водородната горивна клетка

След направения експеримент резултатите са представени в таблица 2. Виждаме, че при консумация на енергия от 1000 W установяваме, че разхода на водород е 11,5 l/min. На фиг. 6 е са представени графично резултатите.

Таблица 2. Резултати от направеното измерване за разход на водород при различни мощности на горивната клетка

0W	200W	400W	600W	800W	1000W
0.0 l/min	3.45 l/min	4.05 l/min	6.01 l/min	8.5 l/min	11.5 l/min



Фиг. 5 Графично представяне на резултатите от измерването

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Избраната водородна горивна клетка е предназначена да задвижи пътно превозно средство с маса 200 кг. като при скорост от 45 км/ч. мощността достига до 650 W. Това е оптималния режим на работа;

Оптималната консумация на мотора се получава при 4200 оборота, при въртящ момент 600 mNm и при ток 4,5А;

Определена е зависимостта за консумацията на моторите при празен ход, без натоварване. При 48V и 0,43А имаме консумация на празен ход от 16W;

Зависимостта на консумацията от мощността на двигателите е линейна функция;

При консумация на водородната клетка на енергия от 1000 W установяваме, че разхода на водород е 11,5 l/min.

This work was supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Research Programme E+: Low Carbon Energy for the Transport and Households, grant agreement D01-214/2018 and the National Roadmap for Research Infrastructure (2017-2023)

REFERENCES

Khurmi RS (2004) Material Science, S Chand & Company Ltd, New Delhi, ISBN 8121901464 (ISBN13: 9788121901468).

Ali GQ, El-Hiti GA, Tomi I HR, Haddad R, Al-Qaisi, et al. (2016) Photostability and performance of polystyrene films containing 1,2,4-triazole-3-thiol ring system Schiff bases. *Molecules* 21: 1699. [Crossref]

Yousif E, Hasan A, El-Hiti GA (2016) Spectroscopic, physical and topography of photochemical process of PVC films in the presence of Schiff base metal complexes. *Polymers* 8: 204.

Akram E, Shaalan N, Rashad AA, Hasan A, Al-Amiery A, et al. (2016) Study of structural and optical properties of New Films Derived PVC-2-[5- phenyl-1,3,4- thiadiazol-2-ylimino-methyl]-benzoic acid. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 7: 2836-2844.

Prabhu RR (2013) Stationary Fuel Cells Market size to reach 350,000 Shipments by 2022, Renew India Campaign.

Srivastava HC (2014) Nootan ISC Chemistry, Nageen Prakashan, ISBN 9789382319399. (12th) Edition 18: 458-459.

Nigel S, Roberto B, Knut S (2004) Phosphoric acid fuel cells: Fundamentals and applications. *Current Opinion in Solid State and Materials Science* 8: 372-378.

Zhiwei Y (2004) Novel inorganic/organic hybrid electrolyte membranes Preprints of Papers- American Chemical Society. Division of Fuel Chemistry 49: 599.

Townsend CW, Naselow AB (2008) US Patent 5266421 – Enhanced 59 membrane electrode interface, assigned to Hughes Aircraft.

Matar S, Hongtan L (2010) Effect of cathode catalyst layer thickness on methanol cross-over in a DMFC. *Electrochimica Acta* 56: 600-606.

H-1000XP Fuel Cell System, User manual, Date: 2013-08-05, Part Number: H-1000XP, Version: 20130805

Драгнева Н. Приложение на "зелените технологии" в транспорта "НК с международно участие БСУ 57-64с. Б., 2013., ISBN 978-954-9370-99-7.

Драгнева Н. Възможности за повишаване на качеството в градските автомобилни превози XXI НТК с международно участие "trans & MOTAUTO 14" Варна Vol 3 45-47с.В., 2014., ISSN1310-3946.

Grozev D., I. Beloev, G. Hristov (2019). Creating a urban vehicle prototype with a hydrogen fuel, Scientific Conference RU & SU, Ruse, Copyrights© 2018 ISSN 1311-3321 (print), ISSN 2535-1028 (CD-ROM), ISSN 2603-4123 (on-line)

Grozev D., I. Beloev, G. Hristov (2019). Determining the power required to drive a prototype with hydrogen fuel cell, Scientific Conference RU & SU, Ruse, Copyrights© 2018 ISSN 1311-3321 (print), ISSN 2535-1028 (CD-ROM), ISSN 2603-4123 (on-line)

Белоев И. Проектиране, създаване, провеждане на експерименти и оптимизация на прототип на градски автомобил задвижван от алтернативен енергиен източник. Русе, Академично издателство "Русенски университет", 2018, стр. 80, ISBN 978-954-712-39-5.

Отчет на резултатите от работата по научноизследователски проект, финансиран от фонд "НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ" 2017 - РУ – 09 на тема "Разработване, изследване и оптимизация на прототип на градски автомобил задвижван от водородна горивна клетка".