

FRI-2.KC.H2-TMS-03

SOME ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE VEHICLES USING COMPRESSED AIR TRACTION⁹

Prof. Rosen Ivanov, DcS

Department of Engines and vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: +359 82 888527
E-mail: rossen@uni-ruse.bg

Assoc.Prof.Georgi Kadikyanov, PhD

Department of Engines and vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888526
E-mail: gakadikyanov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Gergana Staneva, PhD

Department of Engines and vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888526
E-mail: glstaneva@uni-ruse.bg

Assist. Prof. Iliyana Minkovska, PhD

Department of Engines and vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888526
E-mail: iminkovska@uni-ruse.bg

Abstract: In the paper a review of the main advantages and disadvantages of vehicles with compressed air traction system is done. A comparison with the other types of traction like gasoline engine, fuel cells, lithium-ion battery etc. is made. The data from other authors are also used for the comparison. Indicators calculated for the conditions of Bulgaria are presented. The results show in real values the main advantages of the compressed air vehicles and main problems of their exploitation. Series of diagrams are included which can be useful for future investigations.

Keywords: compressed air traction, electric vehicles, energy consumption, emissions

ВЪВЕДЕНИЕ

Непрекъснатото търсене на решения за намаляване на разхода на енергия или гориво от автомобилите доведе до появата и развитието на различни технически решения. Повече от десетилетие се развиват електромобилите от различен тип в зависимост от използваната батерия (Evtimov, I. & Ivanov, R. & Stanchev, H. & Kadikyanov, G. & Staneva, G. & Sapundzhiev, M., 2020) . Усъвършенстват се и конвенционалните бензинови и дизелови автомобили, като техните горивни и екологични показатели значително се подобриха (Andrew Papson & Felix Creutzig, Felix & Creutzig, Lee Schipper, 2010).

Наред с това се разработват и други технически решения като автомобилите задвижвани със сгъстен въздух (Comparative analysis summary, 2015) и хибридни пневмо задвижвания (Faizil Wasbari et al., 2017) . За разлика от електромобилите, те са много слабо изучени, въпреки на пръв поглед привлекателните предимства.

⁹ Докладът е представен на секционна сесия на 27 октомври 2023г. с оригинално заглавие на български език: НЯКОИ ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА АВТОМОБИЛИТЕ, ИЗПОЛЗВАЩИ ЗАДВИЖВАНЕ СЪС СГЪСТЕН ВЪЗДУХ

Целта на това изследване е да се анализират и оценят предимствата и недостатъците на автомобилите задвижвани със сгъстен въздух, въз основа на наличните данни от различни автори и източници.

ИЗЛОЖЕНИЕ

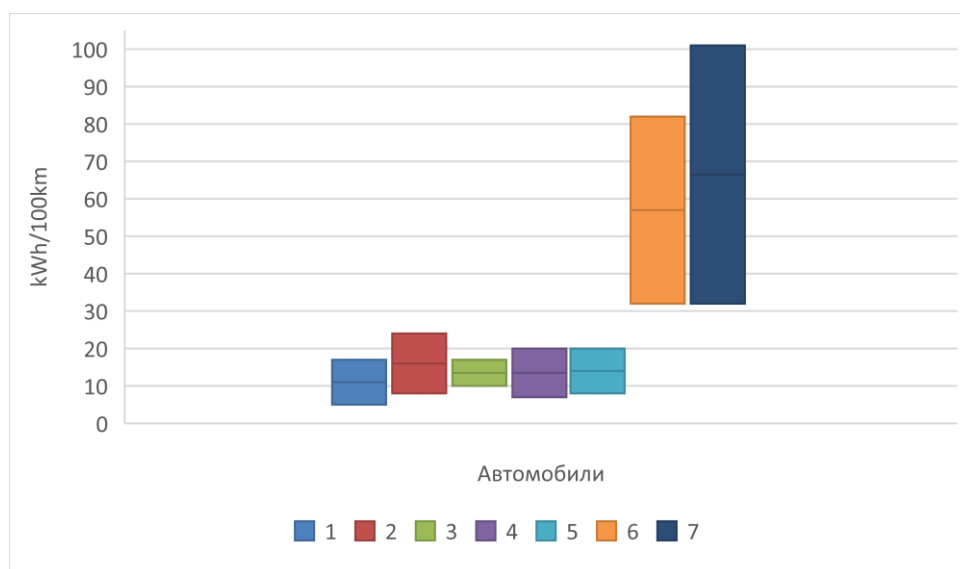
За нуждите на изследването са използвани данни и резултати от собствени публикации и други изследователи (Evtimov, I. et all, 2020) и други институции (Faizil Wasbari et all., 2017). Сътрудниците на Motor Development Internatial (Comparative analysis summary, 2015) са изпитвали голям брой конвенционални и автомобили с различно алтернативно задвижване преди пандемията от Ковид 19. В това изследване са използвани данни от изпитването на 7 автомобили задвижвани със сгъстен въздух, 12 електромобили с литиеви или металхидридни батерии, 7 електромобила с оловни акумулатори и 5 електромобили с усъвършенствани литиеви батерии (Comparative analysis summary, 2015). Използвани са съответните резултати от тестовите протоколи на изследваните автомобили.

Изследваните автомобили са групирани в няколко групи в зависимост от задвижването – със сгъстен въздух; с оловна батерия; с Ni-Mh батерия; с Li-ion батерия; със сгъстен въздух и дуална енергия; с хибридно задвижване; бензинови и дизелови автомобили. От изброените групи може би се нуждае от пояснение групата със сгъстен въздух и дуална енергия. Това са автомобили задвижвани със сгъстен въздух, но и допълнително подгряване от друг източник (най-често течни горива) на въздуха преди подаването му в пневмодвигателя. Анализът е направен само въз основа на експлоатационните показатели, като процесите на производство и рециклиране не са обхванати.

Резултати. Анализ

За сравнение на различните типове автомобили са използвани няколко показатели. Те са онагледени на фиг. 1...6. На фигурите са показни полетата, в които са разположени показателите на всички изследвани автомобили.

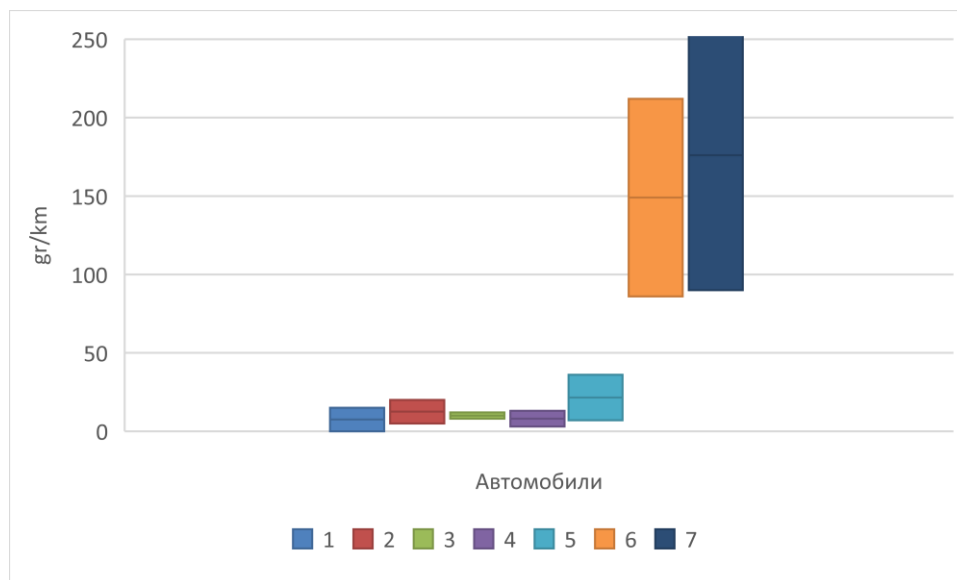
От фиг.1. се вижда, че по отношение на специфичната консумирана енергия, автомобилите с алтернативни задвижвания имат значителни предимства. Показателите за тях са под 25 kWh/100km, а за конвенционалните автомобили е между 30 и 100 kWh/100km.



Фиг. 1. Разход на енергия при цикъл CEE 195s за автомобили с различен тип задвижване: 1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Ni-Mh батерия; 4 – Li-ion батерия; 5 – сгъстен въздух, дуална енергия; 6 – хибридно задвижване; 7 – бензинови и дизелови

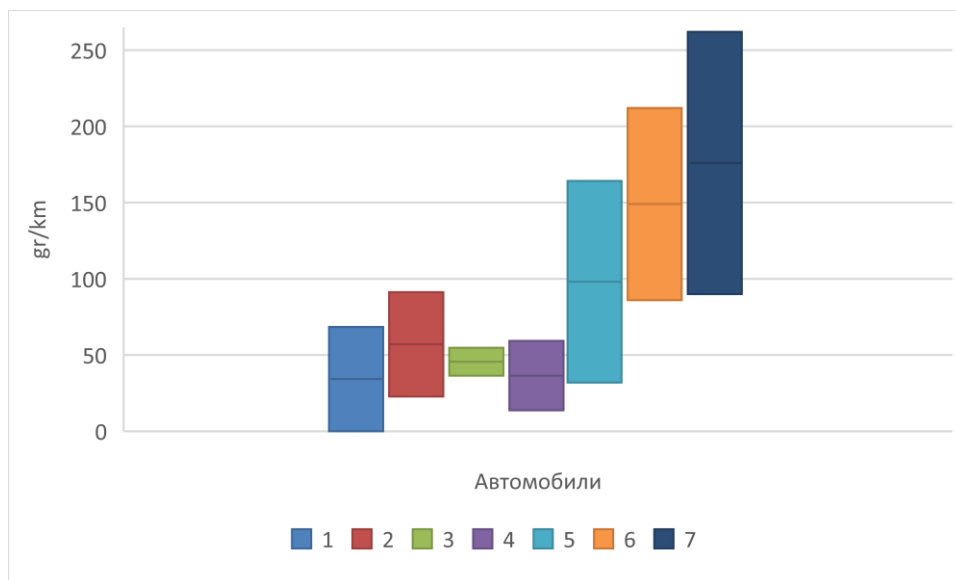
Въз основа на разходът на енергия са изчислени и представени на фиг. 2 и 3 въглеродните емисии на различните типове автомобили съответно за емисионния фактор за Франция и България за 2020г.

Очевидна е разликата за автомобилите, които използват електрическа енергия за зареждане на батерията и компресиране на въздуха. За да реализират предимствата си тези автомобили по отношение на екологичните показатели е нужно да се използват енергийни източници с малък емисионен фактор, например ядрена енергия (както във Франция) или БЕИ.



Фиг. 2. Въглеродни емисии при цикъл CEE 195s, за автомобили с различен тип задвижване, при емисионен фактор за Франция 90g/kWh :

1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Ni-Mh батерия; 4 – Li-ion батерия; 5 – сгъстен въздух, дуална енергия; 6 – хибридно задвижване; 7 – бензинови и дизелови



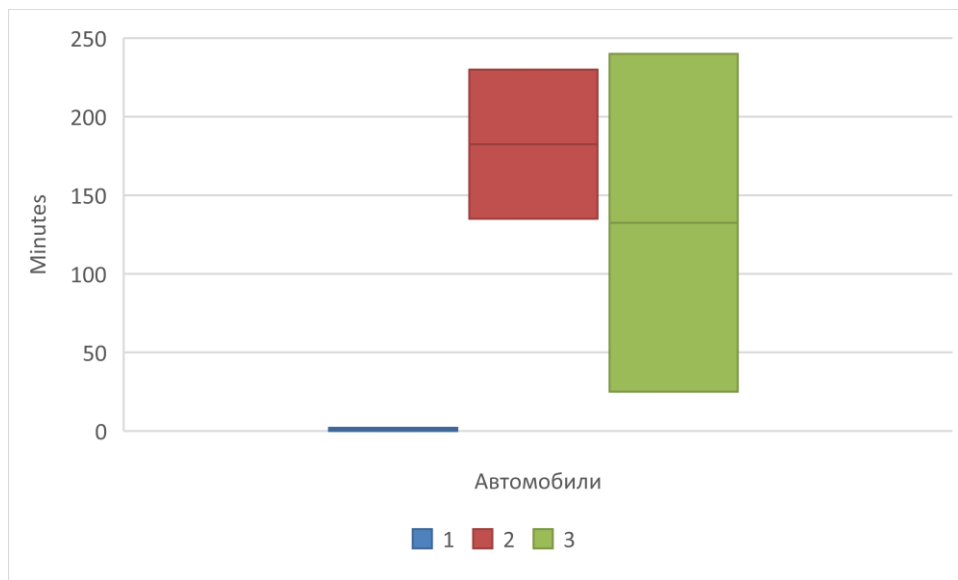
Фиг. 3. Въглеродни емисии при цикъл CEE 195s, за автомобили с различен тип задвижване, при емисионен фактор за България 410g/kWh (2022г.):

1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Ni-Mh батерия; 4 – Li-ion батерия; 5 – сгъстен въздух, дуална енергия; 6 – хибридно задвижване; 7 – бензинови и дизелови

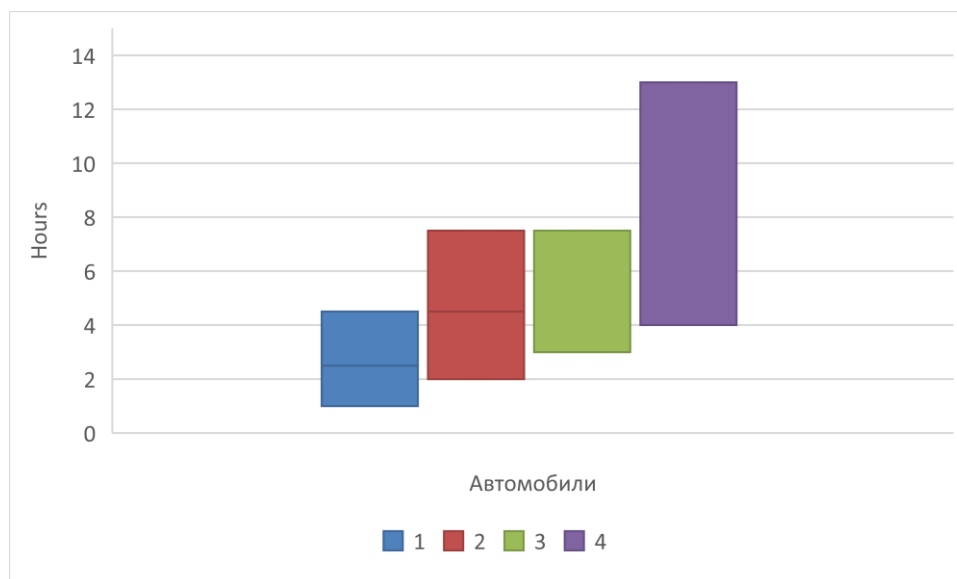
Автомобилите задвижвани със сгъстен въздух имат голямо предимство по отношение на бързото зареждане, в сравнение с електромобилите. Ако се използват резервоари със

сгъстен въздух на определени станции за зареждане на автомобила са необходими около 2 минути, докато за електромобилите са нужни от 25 до 240 мин.

Автомобилите със сгъстен въздух запазват предимството си и при нормално зареждане (фиг.5). За тяхното зареждане са нужни от 1,5 до 4,5 часа, докато за различните модели електромобили с литиеви батерии са нужни 4 до 13 часа.



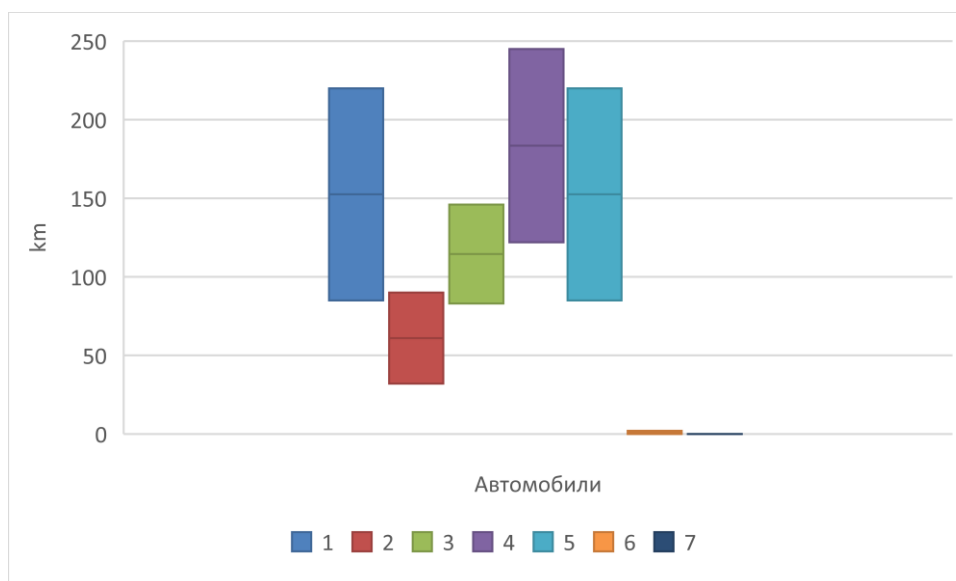
Фиг. 4. Време за бързо зареждане за автомобили с различен тип задвижване:
1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Li-ion батерия



Фиг. 5. Време за нормално зареждане за автомобили с различен тип задвижване:
1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Ni-Mh батерия; 4 – Li-ion батерия

Интересен показател е пробегът без вредни емисии за автомобилите с различен тип задвижване (фиг. 6). Тук най-слаби показатели имат хибридните автомобили и

електромобилите с оловни и никел-металхидридни батерии. Естествено, за конвенционалните автомобили този показател е нула.



Фиг. 6. Пробег без вредни емисии за автомобили с различен тип задвижване:
1 – сгъстен въздух; 2 – оловна батерия; 3 – Ni-Mh батерия; 4 – Li-ion батерия; 5 – сгъстен въздух, дуална енергия; 6 – хибридно задвижване; 7 – бензинови и дизелови

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеният сравнителен анализ на автомобили с различни системи за задвижване може да се направят следните обобщения.

1. Всички автомобили с алтернативни задвижвания имат значително по-малка специфичната консумирана енергия на 1 km пробег – от 1.5 до 4 пъти.
2. Като резултат от по малката консумация е очевидна разликата в емисиите за автомобилите, които използват електрическа енергия за зареждане на батерията и компресиране на въздуха. Ефектът ще бъде по силен, ако се използват енергийни източници с малък емисионен фактор, например ядрена енергия (както във Франция) или ВЕИ.
3. Автомобилите задвижвани със сгъстен въздух имат голямо предимство по отношение на бързото зареждане, в сравнение с електромобилите. Ако се използват резервоари със сгъстен въздух на определени станции за зареждане на автомобила е необходимо около 20 пъти по-малко време. Предимството им се запазва и при нормално зареждане – нужно е 2-3 пъти по-малко време в сравнение с електромобилите.
4. Задвижването със сгъстен въздух има сравнително добри показатели по отношение на пробегът без вредни емисии в сравнение с другите видове автомобили.

REFERENCES

Evtimov, I. & Ivanov, R. & Stanchev, H. & Kadikyanov, G. & Staneva, G. & Sapundzhiev, M. (2020). *Energy Efficiency and Ecological Impact of the Vehicles. Ecology in Transport: Problems and Solutions*. Editor A. Sladkowski. Springer Nature Switzerland AG, 169-250, ISBN 978-3-030-42322-3

Comparative analysis summary. Compressed-air mono energy, compressed-air dual energy, all electric hybrids, petrol/diesel (2015). Motor development international. Luxembourg, 96p.

Andrew Papson & Felix CreutzigFelix & CreutzigLee Schipper. (2010). *Compressed Air Vehicles*. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 2191(-1). DOI: 10.3141/2191-09

Faizil Wasbari et all. (2017). *A review of compressed-air hybrid technology in vehicle system* Renewable and Sustainable Energy Reviews. DOI: 10.1016/j.rser.201