



МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

МТФ`2012

18-20 Октомври 2012, ТУ-София, БЪЛГАРИЯ



ANALYSIS OF COMMON ELECTROBICYCLE CONSTRUCTIONS AS ALTERNATIVE OF AUTOMOBILES IN URBAN ENVIRONMENT

Radostina DENCHEVA

Abstract: This Article describes the results concerning to many parameters qualities analysis of elektrobicycle construction produced from common automobiles enterprises like alternative of automobiles in urban environment.

Key Words: automobiles producer's, elektrobicycle, parameters analysis

АНАЛИЗ НА ИЗВЕСТНИ КОНСТРУКЦИИ ЕЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДИ – АЛТЕРНАТИВА НА АВТОМОБИЛИТЕ В УСЛОВИЯТА НА ГРАДСКА СРЕДА

Радостина ДЕНЧЕВА

Резюме: Настоящата работа е посветена на многокритериална оценка на електровелосипеди, произведени от известни автомобилни фирми, разглеждани като екологична алтернатива на автомобилите в градска среда. Електровелосипедът с неговите повишени спрямо класическия велосипед възможности за увеличен и ускорен пробег, е обект на конструктивен и експлоатационен анализ.

Ключови думи: автомобилни производители, електровелосипед, многокритериален анализ.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Въпреки дългата си история (от 1895г.) електровелосипедите навлизат масово на пазара през 1995 г. От тогава продажбите на този вид двуколесни превозни средства бележат изключителен растеж. Така например в Европа през 2007 г. са продадени 200 000 бройки, през 2009 г. – 500 000, а през 2010 - 700 000. Този бум в интереса към електровелосипедите се дължи на нуждата от екологично, икономично превозно средство, което да се движи с разумна за града скорост (която законово за този вид велосипеди е ограничена до 25 км/ч), да може да се движи извън задръствания и в същото време да не изисква сериозна физическа подготовка, а да подпомага водача в преодоляването на различни наклони на терена. Интересът към велосипедите с електрическо задвижване не остава незабелязан и от автомобилната индустрия, която вижда възможност за развитие в тази нова пазарна ниша, предлагайки разработки ползващи добрите производствени практики на автомобилостроенето. В резултат по световните автомобилни изложения от няколко години се представят атрактивни и качествени модели, спазващи фирмения стил и допълващи продуктовата гама на производителя.

Настоящият доклад разглежда шест съвременни решения на електровелосипеди, разработени от водещи марки в автомобилната индустрия - Audi, Volkswagen (VW), Opel, Smart, Ford, BMW. На база на избраните модели се прави многокритериална оценка с цел установяване на потребителската полезност спрямо определен брой критерии (параметри).

Разглеждат се моделите велосипеди с електрическо задвижване, които са илюстрирани последователно в поредицата фигури с номера 1÷6 [1,2,3,4,5,6]: Audi e-bike Worthsee, Volkswagen Electric Scooter, Opel E-bike "RAD e", Smart E-bike, BMW I Pedelec, Ford E-Bike Concept, които за улеснение ще бъдат назовавани само с имената на фирмата-производител.



2. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

2.1. Определяне на критериите за сравнение

Сравнителният многокритериален анализ [7] включва изготвянето на пълна параметрична идентификация на сравняваните обекти (Таблица 1). От изведените критерии се избират общо десет с най-голяма тежест. При това отпадат тези с еднакви стойности или характеристики за всички системи. За оптимизиране на събраните данни и за извършване на сравнителния анализ се комбинират някои от критериите. Това са критериите: 12 и 13; 14 и 15; 6 и 24. За номер на комбинираните критерии се приема по-големият. По този начин се извежда следният списък: време за зареждане на батерията (7), обща маса на велосипеда (10), мощност на електромотора (11), максимална скорост в km/h (13), пробег (15), сгъваемост на рамата (17), зареждане на батерията в движение (18), система за зареждане при превозване в автомобил (19), дизайн (23), разположение на електромотора и батерията (24).

Таблица 1

№	Параметър	Audi	VW	Opel	Smart	BMW	Ford
1	Ел. задвижване	да	да	да	да	да	да
2	Мускулно задвижване	да	не	да	да	да	да
3	Комбинирано задвижване	да	не	да	да	да	да
4	Вид рама	mountain bike	Folding	seat tubeless	step-through	step-through	step-through
5	Вид батерия	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
6	Място на вграждане на батерията	над педалите	в средата на рамата	по оста педали-кормило	над педалите	над педалите	в рамата
7	Време за зареждане (h)	2.5	2.5	2.5	5.5	1.5 ÷ 4	3 ÷ 4
8	Размер на каплите (цолове)	26	20		26	16	
9	Маса на рамата	1.6	-				2.5
10	Обща маса на велосипеда (кг)	21	20	30	26	20	20
11	Мощност на електромотора(W)	2300	350	250	250	250	350
12	Максимална скорост (km/h) в електрорежим	50	20	-	-	-	-
13	Макс. скорост в комбиниран режим	80	-	25	25	25.7	25
14	Пробег в електро-режим		20	-	-	-	-
15	Пробег в комбиниран режим (km)	50÷70	-	60÷140	100	25÷40	85
16	С-ма за баланс на задната гума	да	не	не	не	не	не
17	Сгъваемост на рамата	не	да	не	не	да	не
18	Зареждане на батерията в движение	не	да	да	да	да	да
19	Система за зареждане при превозване в автомобил	не	да	да	-	да	не
20	Вид спирачки	дискови	дискови	дискови	дискови	дискови	дискови
21	Вид светлини	LED	LED	LED	LED		
22	Стойка за велосипеда към автомобила от същата марка	не	не	да	да	да	не
23	Дизайн	-	-	-	-	-	-
24	Разположение на мотора	в средното движение	в задното колело	в средното движение	в задното колело	в задното колело	в предното колело

2.2. Определяне на тегловните коефициенти на критериите за оценка.

За целта се съставя дихотомична матрица (Таблица 2) с дефинираните критерии за оценка. Оценяването става по ред и стълб, като се задават приоритети в интервала $0,1 \div 0,9$.

Таблица 2

№	Критерий	7	10	11	13	15	17	18	19	23	24
7	Време за зареждане на батерията, h		0,5	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,6
10	Обща маса на велосипеда	0,5		0,4	0,4	0,3	0,6	0,2	0,2	0,3	0,5
11	Мощност на електромотора, W	0,3	0,6		0,4	0,4	0,8	0,3	0,8	0,4	0,5
13	Максимална скорост (km/h)	0,5	0,6	0,6		0,3	0,6	0,3	0,5	0,4	0,7
15	Пробег в km	0,5	0,7	0,6	0,7		0,9	0,7	0,8	0,7	0,9
17	Сгъваемост на рамата	0,2	0,4	0,2	0,4	0,1		0,2	0,5	0,2	0,8
18	Зареждане на батерията в движение	0,5	0,8	0,7	0,7	0,3	0,8		0,8	0,4	0,8
19	Система за зареждане при превозване в автомобил	0,2	0,8	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2		0,4	0,8
23	Дизайн	0,5	0,7	0,6	0,6	0,3	0,8	0,6	0,6		0,8
24	Разположение на мотора и батерията	0,4	0,5	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	

Коефициентите на тежест на дефинираните критерии за оценка се изчисляват чрез сумиране на стойностите в редовете на матрицата и те са съответно: $T7 = 5,8$; $T10 = 3,4$; $T11 = 4,5$; $T13 = 4,2$; $T15 = 6,2$; $T17 = 3$; $T18 = 5,2$; $T19 = 3,4$; $T23 = 5$; $T24 = 2$.

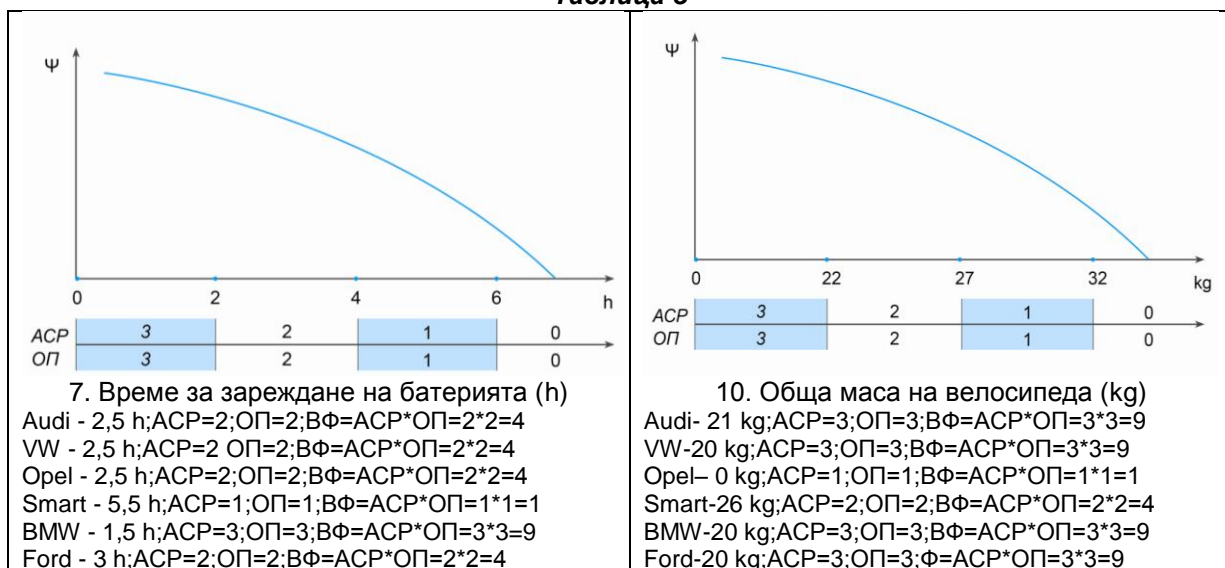
2.3. Изчисляване на валентен фактор (ВФ), абсолютна степен на реализация (АСР), и относително предпочитание (ОП).

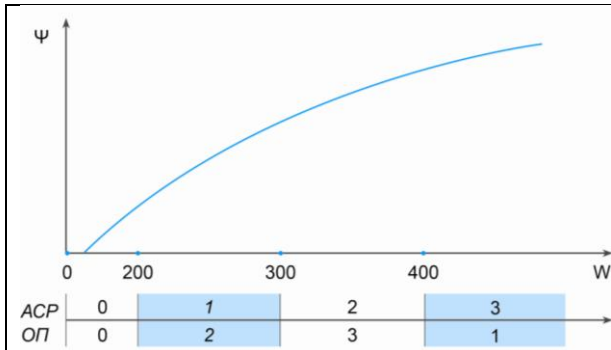
Критериите се разделят на метрични и неметрични. За всеки метричен критерий се построяват оценъчни скали, чрез които се определя АСР и ОП. Валентният фактор (ВФ) се изчислява по формулата:

$$ВФ = АСР * ОП$$

За всички неметрични критерии директно се изчислява ВФ. Когато стойностите на критерия са зададени с „да“ се присвоява ВФ 2, 3, 4, 6, 9, а когато е зададена стойност с „не“ се присвоява ВФ=1. При сравняването на останалите неметрични критерии се присвоява съответно ВФ=1, 2, 3, 4, 6 или 9. Определянето на метричните критерии е илюстрирано в Таблица 3.

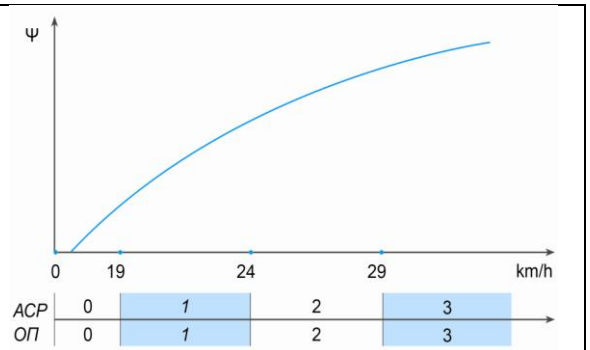
Таблица 3





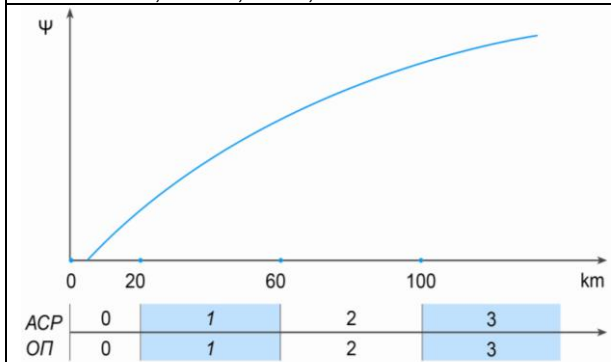
11. Мощност на електромотора (W)

Audi - 2300W; ACP=3; OP=1; BΦ=ACP*OP=3*1=3
 VW - 350 W; ACP=2; OP=3; BΦ=ACP*OP=2*3=6
 Opel - 250W; ACP=1; OP=2; BΦ=ACP*OP=1*2=2
 Smart-250W; ACP=1; OP=2; BΦ=ACP*OP=1*2=2
 BMW-250W; ACP=1; OP=2; BΦ=ACP*OP=1*2=2
 Ford - 350W; ACP=2; OP=3; BΦ=ACP*OP=2*3=6



13. Максимална скорост (km/h)

Audi-80km/h; ACP=3; OP=3; BΦ=ACP*OP=3*3=9
 VW-20km/h; ACP=1; OP=1; BΦ=ACP*OP=1*1=1
 Opel-25km/h; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4
 Smart-25km/h; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4
 BMW-25.7km/h; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4
 Ford-25km/h; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4



15. Пробег (km)

Audi - 70 km; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4
 VW - 20 km; ACP=1; OP=1; BΦ=ACP*OP=1*1=1
 Opel - 140 km; ACP=3; OP=3; BΦ=ACP*OP=3*3=9
 Smart-100 km; ACP=3; OP=3; BΦ=ACP*OP=3*3=9
 BMW-40 km/h; ACP=1; OP=1; BΦ=ACP*OP=1*1=1
 Ford -85 km; ACP=2; OP=2; BΦ=ACP*OP=2*2=4

Неметричните критерии със съответните валентни са нанесени в Таблица 4.

2.4. Изчисляване на потребителската ползност за всеки велосипед (Ψ_{Π})

За изчислението на Ψ_{Π} (Таблица 5) се подреждат валентните фактори и коефициентите на тежест за всеки един от критериите по формулата:

$$\Psi_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^{10} B\Phi_i T_i}{\sum_{i=1}^{10} T_i} = \frac{B\Phi_1 * T_1 + B\Phi_2 * T_2 + \dots + B\Phi_{10} * T_{10}}{T_1 + T_2 + \dots + T_{10}}$$

Таблица 4

№	Критерии	Audi	VW	Opel	Smart	BMW	Ford
17	Сгъваемост на рамата	(BΦ=1)	(BΦ=2)	(BΦ=1)	(BΦ=1)	(BΦ=2)	(BΦ=1)
18	Зареждане на батерията в движение	(BΦ=1)	(BΦ=4)	(BΦ=4)	(BΦ=4)	(BΦ=4)	(BΦ=4)
19	Система за зареждане при превозване в автомобил	(BΦ=1)	(BΦ=2)	(BΦ=2)	(BΦ=1)	(BΦ=2)	(BΦ=1)
23	Дизайн	(BΦ=9)	(BΦ=1)	(BΦ=6)	(BΦ=6)	(BΦ=6)	(BΦ=4)
24	Разположение на ел.мотора и батерията	(BΦ=9)	(BΦ=3)	(BΦ=9)	(BΦ=6)	(BΦ=6)	(BΦ=3)

Таблица 5

	T_i	Audi (BΦ)	VW (BΦ)	Opel (BΦ)	Smart (BΦ)	BMW (BΦ)	Ford (BΦ)
7	5,8	4	4	4	1	9	4
10	3,4	9	9	1	4	9	9

11	4,5	3	6	2	2	2	6
13	4,2	9	1	4	4	4	4
15	6,2	4	1	9	9	1	4
17	3	1	2	1	1	2	1
18	5,2	1	4	4	4	4	4
19	3,4	1	2	2	1	2	1
23	5	9	1	6	6	6	4
24	2	9	3	9	6	6	3
Ψ_n	4,79	3,18	4,37	4	4,06	4,12	

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като резултат от изчисляването на потребителската полезност за всеки един от разглежданите модели електровелосипеди, въз основа на избраните десет критерия за оценяване, се получава следното класиране: Audi, Opel, Ford, BMW, Smart, Volkswagen. Подреждането на велосипедите показва влиянието на стойностите по критериите с висок тегловен коефициент и благодарение на възможността с добри показатели по тези критерии да се компенсира липсата на някои от т.нар. екстри. Като пример могат да се разгледат велосипедите на Audi и Volkswagen, които заемат съответно първото и последното място в класацията. Може да се констатира, че електровелосипедът на Audi няма възможности за сгъване, прибиране на стойка в автомобила и за зареждане по време на движение за разлика от този на Volkswagen. Категоричната преднина на модела на Audi обаче се дължи на отличните технически характеристики като пробег, мощност на електромотора, максимална скорост и тегло. Тегловните коефициенти на критериите, свързани точно с тези технически характеристики, ги определят като решаващи при постигнатите резултати от проведенния сравнителен анализ.

Данните от настоящото изследване биха били полезни при разработването на нова система електровелосипеди. Въз основа на получените резултати се открояват ясно характеристиките, на които би следвало да се акцентира при проектиране на съответната конструкция, като по-неизгодните стойности по съществените критерии могат да бъдат компенсирани с добавянето на допълнителни функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. <<http://ebikeeee.com/en/2012/05/11/new-details-from-the-ebike-of-audi>>.
2. <<http://www.gizmag.com/rad-e-pedelec/21722/>>.
3. <http://media.ford.com/article_dispay.cfm?article_id=35270>.
4. <<http://www.designboom.com/weblog/cat/16/view/21790/bmw-ipedelec-electric=bike.html>>.
5. <<http://www.expertreviews.co.uk/car-tech/1292119/smart-ebike-opens-the-order-books>>.
6. <<http://green.autoblog.com/2010/04/28/volkswagen-bik-e-replaces-spare-tire-with-electric-mobility-devi>>.
7. Денчев, М.Й., BRD – метод за многокритериална оценка на крайни телекомуникационни устройства, „Телеком 2001“, Варна, 2001.

КОРЕСПОНДЕНЦИЯ

Маг. инж.- дизайнер Радостина Мирославова ДЕНЧЕВА <rdencheva@tu-sofia.bg> е редовна докторантка към катедра „Инженерен дизайн“ в Техническия университет – София.