

Сравнение на относителния разход на гориво при автобуси, работещи с природен газ и дизелово гориво

Д.Иринчев
Г.Комитов

Summary: *The fuel consumption of buses in urban transport is at great importance for their exploitation efficiency and gas emissions. Here is a comparison the technical characteristics and performances of buses and their internal combustion engines, working with natural gas and diesel fuel. It is specify that, the busses with natural gas hat bigger value of specific exploitation fuel consumption – 0,540 kg / kWh, then busses with diesel fuel – equal 0,380 kg / kWh.*

Key words: *Buses, combustion engine, fuel consumption.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременните условия на силно урбанизирани градове е немислимо придвижването от една точка на града до друга без необходимия транспорт. При превоза на хора в една добре организирана градска транспортна схема, автобусите се движат през минимален интервал от време. Като следствие, автобусите изхвърлят в атмосферата значителни количества вредни емисии. От икономическо и екологично значение е модернизирването на техните двигатели, за да се намалят експлоатационните горивни разходи и изхвърлянето на токсични вещества в атмосферата. Намаляването на тези емисии ще доведе до по-малко замърсяване на околната среда и до подобряване на микроклимата в градовете, [1], [2], [4].

Транспортната схема на гр. Пловдив разчита основно на автобуси и тролейбуси. Автобусите използват за гориво дизел, но по улиците на града се движат и около 50 автобуса, използващи за гориво природен газ-метан. Настоящото изследване си поставя за цел да направи сравнение между експлоатационните разходи за гориво на еднотипни автобуси, с двигатели, работещи с природен газ-метан и с двигатели, работещи с дизелово гориво. Изследването е извършено в реални експлоатационни условия, при изпълнение на градски маршрути от транспортната схема на гр. Пловдив.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обект на изследване са градски автобуси от вида „MERCEDES” „O405”, „NEOPLAN” „N4016”, „SOR” и „IRISBUS” „CITELIS C12”. Тези автобуси са оборудвани с двигатели, работещи с дизелово гориво и с природен газ-метан. Между отделните видове има известни разлики в компоновката и горивното оборудване, но като цяло скоростните им кутии и общата маса са почти идентични, като се приема, че разходът на енергия за преодоляване съпротивителния момент в трансмисията е един и същ и не се отчита. Посочените автобуси са компоновани с различни типове скоростни кутии от марката VOITH. Приема се също, че автобусите се движат при еднакви пътни условия, равен асфалтов път и еднакъв режим на управление. Челното въздушно съпротивление при движение на градските автобуси се пренебрегва, предвид на ограничената скорост до 50 km/h. Изследването е извършено върху автобуси, експлоатирани от превозвача „ХЕБРОС БУС” ООД, при изпълнение на линия №12 и линия №15 от градската транспортна схема на гр. Пловдив. Може да се приеме, че условията за експлоатация, предмет на изследването, са идентични.

В табл.1 са представени данни от техническата характеристика на автобусите, които са обект на изследването.

Табл.1. Техническа характеристика на автобуси, работещи с метан и дизелово гориво

Марка	IRISBUS	MERCEDES	MERCEDES	NEOPLAN	NEOPLAN	NEOPLAN	SOR
Модел	Citelis C12	O405 NG	O405N	N4015	N4016NF	N4007	BN12G
Гориво	метан	метан	дизел	метан	дизел	метан	метан
Екологична категория	EURO 5	EURO 2	EURO 1	EURO 3	EURO 1	EURO 3	EURO 5
Двигател - бр. цилиндри	Редови – 6	Редови - 6	Редови - 6	Редови - 6	Редови - 6	Редови - 6	Редови - 6
Мощност, kW	154	175	157	183	172	170	206
Разположение	Вертикален напречно	Хоризонтален надлъжно	Хоризонтален надлъжно	Наклонен надлъжно	Наклонен надлъжно	Вертикален надлъжно	Вертикален надлъжно
Литраж, l	7,79	11,97	11,97	11,02	11,02	5,9	8,27
Горивна система	Система за впръскване на метан Metatronic. Газова турбина с променлива геометрия	Газов редуктор LandiRenzo	Редова помпа Bosch	Газов редуктор LandiRenzo Газова турбина	Редова помпа Bosch. Газова турбина	Газов редуктор Cummins	Система за впръскване на метан. Газова турбина с променлива геометрия
Литрова мощност, kW/l	19,8	14,6	13,0	16,5	15,5	29	24,9
Експлоат. тегло, t, (MN)	18 (0,18)	18 (0,18)	18 (0,18)	18 (0,18)	18 (0,18)	13 (0,13)	16,5(0,165)
Емисии:							
CO ₂ , g/kWh	2,530	4,00	1,27	2,43	0,9	-	2,245
HC, g/kWh	0,081	1,1	0,58	2,27	0,6	-	0,050
NO _x , g/kWh	0,140	7,00	7,74	3,66	7,2	-	-

Сравняването на литровата мощност на разглежданите двигатели /табл.1/ показва, че най-голяма литрова мощност имат двигателите на автобус NEOPLAN N4007 и на SOR BN12G. Това се дължи главно на форсирането на тези двигатели по честота на въртене, на вградения двигател CUMMINS в първия автобус, а във втория - на газов инжекцион и газова турбина с променлива геометрия.

Същевременно се вижда, че двигателите, приспособени за работа с метан, комплектовани с газова инжекционна уредба и газотурбинно пълнене имат по-висока номинална мощност от дизеловите - при еднаква кубатура.

В съответствие с периода на производство и използваното гориво, те удовлетворяват екологичните норми на Европейския съюз.

Горивната икономичност на различни по маса и по конструкция автобуси може да се оцени и сравни обективно по относителен експлоатационен разход.

Относителният експлоатационен разход на гориво $g_{ек}$ на отделните автобуси се определя по зависимостта:

$$g_{\text{ек}} = \frac{\Gamma}{A}, \text{ kg/MJ} \quad (1)$$

където Γ е експлоатационен разход на гориво, kg/100km. За изследването Γ е средна аритметична стойност на експлоатационния разход на гориво на различните автобуси, определен за период от 1,5 години по разходни документи, [3];

A - разход на механична енергия за предвижване на автобуса.

Разходът на механична енергия A се изчислява по формулата:

$$A = F_C \cdot S, \text{ MJ} \quad (2)$$

където F_C е съпротивлението за движение на автобуса по пътя, MN;

S е изминатият път, който за пресмятането се взема 100 km, в m.

От своя страна съпротивлението за предвижване F_C е:

$$F_C = f \cdot G, \quad (3)$$

където f – коефициент на съпротивление при предвижване по асфалт. За изчислението f се приема равен на 0,015;

G е експлоатационното тегло на автобуса, MN.

Стойностите на $g_{\text{ек}}$ са пресметнати в мерни единици kg/MJ и са конвертирани в - kg/kWh.

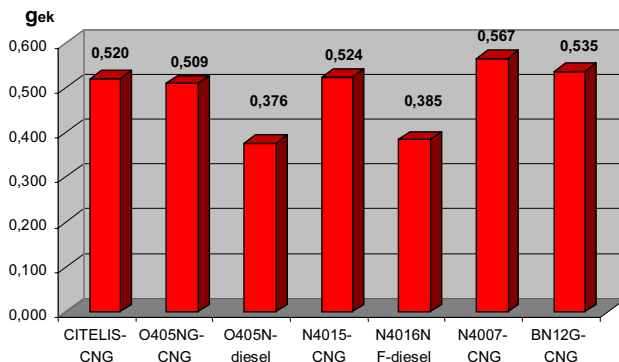
При пълно изгаряне на 1 kg дизелово гориво в стехиометрична смес с въздух се получава 3,16 kg въглероден диоксид (CO_2), а при изгаряне на 1 kg метан - 2,75 kg CO_2 . Въз основа на тези пропорции и определените стойности на $g_{\text{ек}}$ са изчислени съответните относителни количества на изхвърляните от двигателите в експлоатационни условия CO_2 – kg/kwh.

Пресмятанията са направени за два периода на експлоатация – летен и зимен. Причината за това е, че през зимния период, за разлика от летния, в третираните автобуси се включват подгревателни уредби и отоплители, а двигателите, работещи с метан не се загасят в интервалите на временни спирания за почивка.

Резултатите от направените пресмятания са приложени табл.2 и табл.3 и графично изобразени на фиг. 1 и фиг.2.

Табл. 2. Експлоатационни горивни разходи и емисии CO_2 - летен период

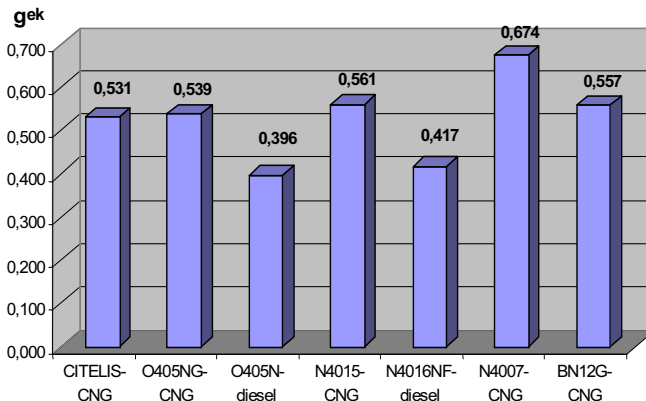
Модел автобус	Γ , kg/100 km	A, MJ	$g_{\text{ек}}$, kg/MJ	$g_{\text{ек}}$, kg/kWh	CO_2 , kg/kWh
Citelis C12-CNG	39,0	270	0,144	0,520	1,43
O405NG-CNG	38,2	270	0,141	0,509	1,40
O405N	28,2	270	0,104	0,376	1,18
N4015-CNG	39,3	270	0,146	0,524	1,44
N4016NF	28,9	270	0,107	0,385	1,24
N4007-CNG	30,7	195	0,157	0,567	1,56
BN12G-CNG	36,8	247	0,149	0,535	1,47



Фиг.1. Относителен експлоатационен разход на гориво, kg/kWh за летен период

Табл. 3. Експлоатационни горивни разходи и емисии CO₂ - зимен период

Модел автобус	Г, kg/100 km	A, MJ	g _{ek} , kg/MJ	g _e , kg/kWh	CO ₂ , kg/kWh
Citelis C12-CNG	39,8	270	0,147	0,531	1,46
O405NG-CNG	40,4	270	0,150	0,539	1,48
O405N	29,7	270	0,110	0,396	1,25
N4015-CNG	42,1	270	0,156	0,561	1,54
N4016NF	31,2	270	0,116	0,417	1,34
N4007-CNG	36,5	195	0,187	0,674	1,85
BN12G-CNG	38,3	247	0,155	0,557	1,53



Фиг.2. Относителен експлоатационен разход на гориво, kg/kWh за зимен период

Сравнението на данните от табл.2 и табл.3 показва, че експлоатационният разход на гориво G , kg/100km при еднаква кубатура на двигателите и едно и също експлоатационно тегло на разглежданите автобуси е по-нисък при тези с дизелови двигатели, спрямо работещите с метан. За летния период на експлоатация, разликата е средно 10,2 kg/100km, а за зимния период - 10,8 kg/100km.

Относителният експлоатационен разход на гориво позволява да се сравни икономичността на различните по вид и тегло автобуси (фиг.2 и фиг. 3). През летния период, за дизеловото гориво, той е в границите 0,376 – 0,385 kg/kwh, а за природния газ 0,509 – 0,567 kg/kwh. Причина за по-малкия разход при автобусите с дизелови двигатели може да се приеме по-високата степен на сгъстяване в тях. През зимния период g_{ek} варира за дизеловото гориво от 0,396 до 0,417 kg/kwh, а за природния газ - от 0,531 до 0,674 kg/kwh.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От фигурите се наблюдава повишен разход на метановите автобуси, в сравнение с дизеловите. За летния период автобусите, работещи с дизелово гориво имат по-нисък разход g_{ek} средно с 28%, спрямо тези с газови двигатели. През зимния период разликата е средно с 29% .

И при двата вида гориво, завишението на разхода през зимния период спрямо летния, средно за всички автобуси е 7%.

Трябва да се има предвид, че в доклада не се третира цената на горивата, която при изчисляване на паричните експлоатационни разходи има важно значение.

Разглежданите автобуси с дизелови двигатели изхвърлят по-малко количество въглероден диоксид, спрямо тези работещи с метан, следствие на по-малкия експлоатационен разход на гориво.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.cngnow.com
- [2]. Свидетелства за регистрации на градски автобуси.
- [3]. Удостоверения за съответствие от представители на "SCANIA", "MERCEDES", "IVECO".
- [4]. Сестримски Д., Автомобилът и околната среда, Техника, София, 1985.

За контакти:

Доц. д-р Димитър Иринчев, Аграрен университет-Пловдив, e-mail: D_Irinchev@au-plovdiv.bg

Д-р инж. Георги Комитов, e-mail: gkomitov@abv.bg

Докладът е рецензиран.