

ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ И СВЪРЗАНИТЕ С ТЯХ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА АВТОМОБИЛИТЕ, СНАБДЕНИ С ДВГ

Трифон Узунтонев

ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND THE RELATED TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF VEHICLES WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Trifon Uzuntonev

Abstract: The report examines the trends in the development of the internal combustion engine market in the time of growing requirements for the content of pollutant in the exhaust gases. The current EU legislation and its future modifications regulated in EURO 6d TEMP, in order to more accurately take into account the content of pollutant and CO₂ is analyzed. On this basis, there are forecasts of the produced vehicles with different propulsion up to 2025. Most serious attention is paid to the place of electric cars in the future market. They are considered not only towards their positive sides - low pollution of the environment and low energy costs. Several of their disadvantages and potential negative consequences from their mass production are pointed out. An analysis of the automotive market in Bulgaria and the environmental problems, which follow from its structure and age is made.

Keywords: EURO 6d TEMP, electric vehicle, pollutant, CO₂

1. Въведение:

През последните две години рязко в медиите се активира темата за вредното въздействие на токсичните компоненти в отработилите газове на традиционните автомобили с двигател с вътрешно горене (ДВГ) върху човешкото здраве и околната среда. Началото на този процес е белязан от две важни събития. През септември 2015 год. американското министерство на правосъдието започна криминално разследване срещу концерн VOLKSWAGEN, след като в дизелови автомобили на производителя е открит софтуер, позволяващ да се заобиколят строгите екологични норми на САЩ при проверка на съответствието с изискванията за опазване на околната среда. Същевременно производителите на батерии за електроавтомобили направиха направиха решителна крачка напред като към днешна дата, пробег от 150÷200 km с едно зареждане е по-скоро стандарт отколкото върхово достижение. Всичко това постави под сериозен натиск производителите на автомобили с ДВГ, инвестирали милиарди в развитието на транспортния сектор. Дори се заговори за края на ерата на този вид превозни средства, но не поради изчерпване на енергийните ресурси, а поради екологична и икономическа нецелесъобразност. Появиха се информации, че някои страни обсъждат на парламентарно ниво забраната на автомобили с ДВГ от 2025÷2030 година. Особено неблагоприятно е положението с дизеловите двигатели, тъй като общественото схващане е, че те са значително по-големия замърсител.

Изключително важно в настоящия момент е да се представи и анализира ситуацията на базата на фактите и реалностите, а не въз основа на медийни внушения и неаргументирани емоционални изказвания.

2. Изложение:

Законодателство, регламентиращо емисиите на токсични компоненти и CO₂

Ограничителните норми за пределно допустими нива на токсичните компоненти в отработилите газове се регламентирант от специален Евро стандарт (EURO-Norm). Всеки производител на превозно средство гарантира спазването на тези ограничения за определен пробег. Той е задължен да осигури компютърна връзка за диагностика, On-Board-Diagnose (OBD) за непрекъснат мониторинг на действието на всички ситеми, свързани с намаляването на емисиите на токсични компоненти. В таблица 1 и 2 са представени гранично допустимите стойности за бензинови автомобили (с впръскване на

МЕЖДУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЯ „ЕКО ВАРНА“ 2017

бензин в пълнителния колектор и директно впръскване в цилиндъра на двигателя) и съответно за дизелови леки автомобили.

От съпоставката на двете таблици се вижда, че от 01.09.2009 година дизеловите двигатели имат по-строги ограничения за съдържанието на твърди частици, а от 01.09.2014 година те са еднакви. Това произтича от задължителното използване на филтри за твърди частици (DPF) в тези автомобили от въвеждането в действие на EURO5.

стандарт	EUR 1	евро 2	евро 3	D3	Еуро 4	D4	евро 5a	евро 6b	евро 6c	Евро 6d-TEMP	евро 6d
Одобрение за нови видове	от 1 юли 1992 г.	от 1 януари 1996 г.	от 1 януари 2000 г.	-	от 1 януари 2005 г.	-	от 1 септември 2009	от 1 септември 2014	от 1 септември 2017	от 1 септември 2017	от 1 януари 2020 г.
Одобряване на нови превозни средства	от 1 януари 1993 г.	от 1 януари 1997 г.	от 1 януари 2001 г.	-	от 1 януари 2006 г.	-	от 1 януари 2011 г.	от 1 септември 2015	от 1 септември 2018	от 1 септември 2019	от 1 януари 2021 г.
Изпитателен цикъл / инспекция	<u>NEDC</u>	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	<u>WLTC</u>	WLTC / <u>RDE</u>	WLTC / RDE
<u>CO</u>	2720	2200	2300	1500	1000	700	1000	1000	1000	1000 / -	1000 / -
(<u>HC</u> + <u>NO_x</u>)	970	500	-	-	-	-	-	-	-	- / -	- / -
<u>HC</u> (NMHC)	-	-	200	140	100	70	100 (68)	100 (68)	100 (68)	100 (68) / -	100 (68) / -
<u>NO_x</u>	-	-	150	170	80	80	60	60	60	60/126	60/90
<u>PM</u>	-	-	-	-	-	-	*5	*4.5	*4.5	*4,5 / -	*4,5 / -
PN	-	-	-	-	-	-	-	*6 * 10 ¹²	*6 * 10 ¹¹	*6 x 10 ¹¹ / *9 * 10 ¹¹	*6 x 10 ¹⁰ / *9 * 10 ¹¹

Фиг.1. Норми за допустими емисии за бензинови автомобили
в мг / km освен PN (1 / km)

Приблизително от същия период датира и масовото използване на бензинови двигатели с директно впръскване на бензин (GTI) и разслояване на заряда, като се характеризират с ясно изразени хетерогенни зони на горивната смес и предпоставки за наличие на твърди частици в отработилите газове.

стандарт	EUR 1	евро 2	евро 3	евро 4	евро 5a	евро 5b	евро 6b	евро 6c	Евро 6d-TEMP	евро 6d	
Одобрение за нови видове	от 1 юли 1992 г.	от 1 януари 1996 г.	от 1 януари 2000 г.	от 1 януари 2005 г.	от 1 септември 2009	от 1 септември 2011	от 1 септември 2014	от 1 септември 2017	от 1 септември 2017	от 1 януари 2020 г.	
Одобряване на нови превозни средства	от 1 януари 1993 г.	от 1 януари 1997 г.	от 1 януари 2001 г.	от 1 януари 2006 г.	от 1 януари 2011 г.	от 1 януари 2013 г.	от 1 септември 2015	от 1 септември 2018	от 1 септември 2019	от 1 януари 2021 г.	
Изпитателен цикъл / инспекция	<u>NEDC</u>	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	NEDC	WLTC	WLTC / RDE	WLTC / RDE	
<u>CO</u>	2720	1000	640	500	500	500	500	500	500 / -	500 / -	
(<u>HC</u> + <u>NO_x</u>)	970	700/900 ³	560	300	230	230	170	170	170 / -	170 / -	
<u>NO_x</u>	-	-	500	250	180	180	80	80	80/168	80/120	
<u>PM</u>	140	80/100 ³	50	25	5	4.5	4.5	4.5	4.5 / -	4.5 / -	
PN	-	-	-	-	-	-	6 x 10 ¹¹	6 x 10 ¹¹	6 x 10 ¹¹	6 x 10 ¹⁰ x 10 ¹¹ / 9 / 11	6 x 10 ¹⁰ x 10 ¹¹ / 9 / 11

Фиг.2. Нормите за допустими емисии за дизелови леки автомобили
В мг / km освен PN (1 / km)

Това на практика означава, че в дизеловите двигатели значително по-отдавна се работи по този въпрос и успехите са забележителни. На фиг. 3 е представена снимка на лек автомобил BMW 320d F30 2016/2017., производство 2016 год., пробег от 22 000 km на който ауспуха видимо има метален блясък и липсват всякакви следи от сажди. Подобно е положението със всички автомобили, отговарящи на изискванията на EURO5 и EURO6. По-различно е състоянието на автомобили с бензинови двигатели с директно впръскване, където ауспуха е видимо покрит с черни отлагания. Тези факти будят недоумение по отношение на негативните настроения и евентуалните обсъждания за ристрикции спрямо автомобилите с дизелови двигатели, в сравнение с бензиновите по отношение на съдържанието на твърди частици.



Фиг.3 Външен вид на изпускателната система на дизелов автомобил,отговарящ на изискванията на стандарта EORO 6

Единствено съдържанието NO_x , считано от 01.09.2014 година е 80 mg/km спрямо стойност от 60 mg/km за автомобили с бензинови двигатели.

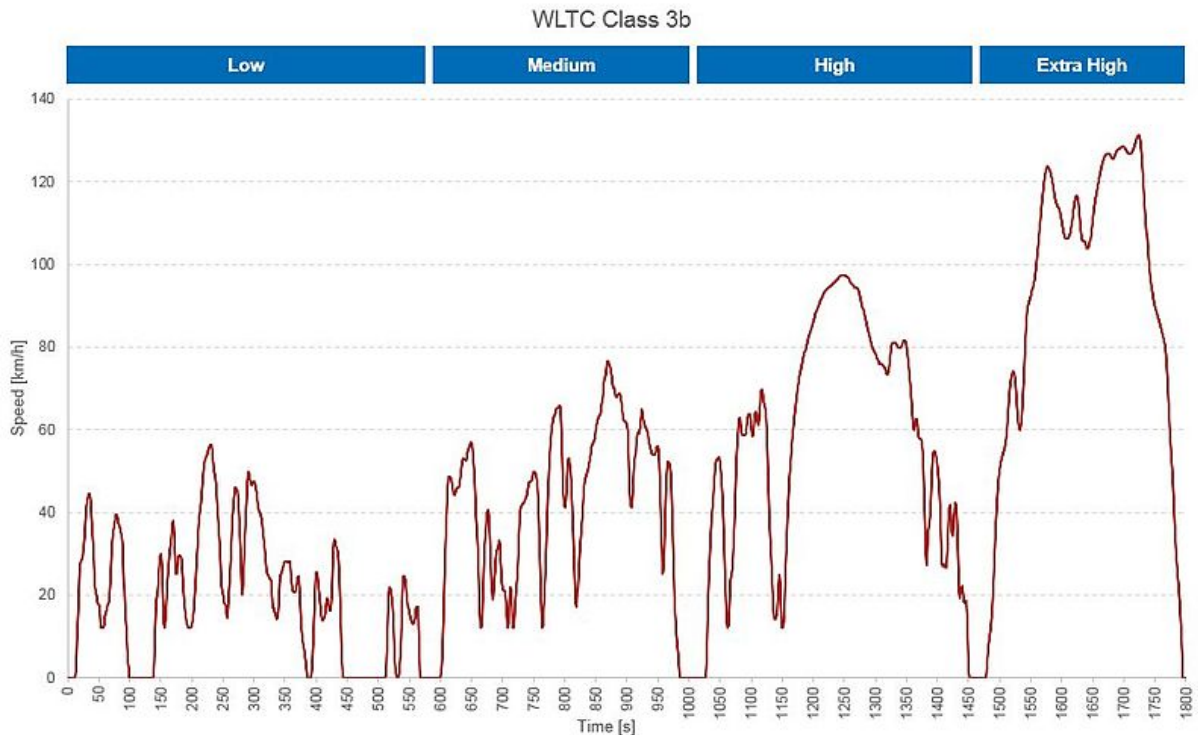
Цялата еволюция на ездовия цикъл NEDC по който се провеждат изпитанията е относително статичен, с бавни ускорения и сравнително малки честотни и товарни режими. Това прави изпитанията нереалистични и налага необходимостта от актуализация на изпитвателния цикъл. Това се променя от 01.09.2017 год., като нивото на съдържание на токсични компоненти се запазва, но се въвежда т.н. Световна хармонизирана процедура за изпитване на леки превозни средства (WLTP). Циклите са различни, в зависимост от превозното средство, класифицирани по зависимостта

$$PW_r = \frac{\text{НОМИНАЛНА МОЩНОСТ}}{\text{ТЕГЛО АВТОМОБИЛ}}, \quad \frac{kW}{t}$$

- Клас 1 - $PW_r \leq 22$
- Клас 2 - $22 < PW_r \leq 34$
- Клас 3 - $PW_r > 34$

Най- често срещаните автомобили имат мощност от 40÷70 kW/t, така, че те принадлежат на клас 3. На фиг. 4 е представен ездовия цикъл WLTR за този мощностен клас. В сравнение с NEDC, той се характеризира с по-резки натоварвания и съответно по-високо скорости на движение. Въпреки подобренията спрямо NEDC, циклите WLTR са все още нереалистично бавни. Например най- бързото ускоряване до 50 km/h е 15 sek. Това, отнесено към съвременните автомобили е сравнително бавно, дори при градски условия на управление на автомобила. Отнесено към регистрацията на отделените токсични компоненти това също означава разминаване с реалните им количества. Очевидно никой няма интерес от подобно нереалистично отчитане на вредни емисии, разходи на гориво и както ще стане ясно по-нататък – нереалистичен пробег на електроавтомобил с едно

зареждане т.е., отчетен като движение по NEDS, което е твърде различно от действителността.



Фиг.4 Ездови цикъл на световната хармонизирана процедура за изпитване на леки превозни средства (WLTR)

За да бъдат изпитанията по-реалистични е необходимо да се вземат предвид редица допълнителни експлоатационни фактори, които реално се срещат в практиката. На фиг. 5 са илюстрирани комплекс от подобни фактори, които формират реалните експлоатационни условия: Real driving emission (RDE)

EURO 6d TEMP=WLTR+RDE

RDE включват:

- *динамично управление
- *променливи параметри на околната среда
- *пълно съответствие на цикъла
- *променлив товар
- *промени в надморската височина
- *качества на горивата

Фиг.5 Комплекса от фактори,формиращи реалните експлоатационни условия

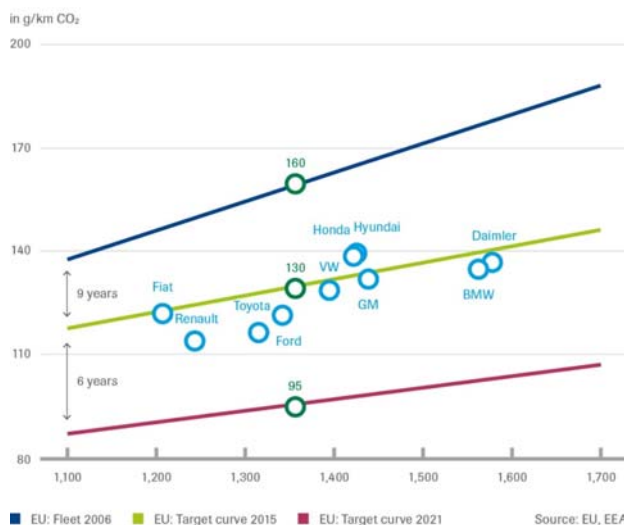
Те са залежали в бъдещото актуализиране на стандарта EURO6d- TEMP за нови модели на вече съществуващи превозни средства и от 01.09.2019 год. за одобряване на нови превозни средства. Стандартът предвижда надвишаване на еконормите при екстремни експлоатационни условия, както това е посочено в фиг.1 и фиг. 2.При електроавтомобилите под реални условия на експлоатация, освен изброените фактори би следвало да се има предвид и всяка всяка ситуация, свързана с допълнителна консумация на електрическа енергия като:включен климатик или климатроник, експлоатация при дъждовно време и включени чистачки, експлоатация, свързана с много завои и допълнително натоварване на електрическия сервоусилвател и др.

На фиг.6 е показана експериментална установка под формата на мобилно устройство, което регистрира реалното съдържание на токсични компоненти при реални условия на експлоатация.



Фиг.6 Мобилно устройство, прикрепено към автомобил BMW 320d F30 2016/2017 за реално отчитане на отделените токсични компоненти

По отношение на съдържанието на CO₂, приетите или препоръчителни ограничения са показани на фиг.7

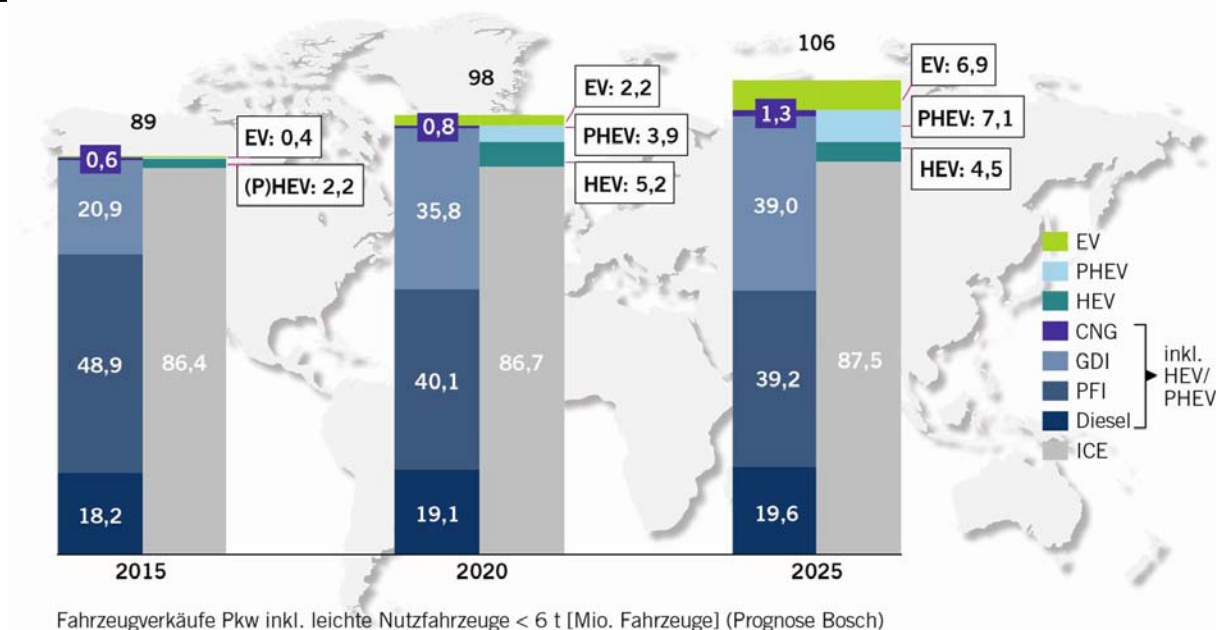


Фиг.7 Препоръчителни ограничения за съдържанието на CO₂ за които няма финансови наказания през годините в зависимост от собственото тегло на автомобила

От изложеното става ясно, че проблемите с бензиновите двигатели ще ескалират през 2021 год. тъй като при нива на CO₂ от 95 g/km, това означава изключително нисък разход на гориво, респективно малко мощност на автомобила. По отношение на дизеловите двигатели, този проблем не стои така остро защото и към днешна дата нивата на CO₂ са достигнати от редица автомобилни производители при мощност 90÷100 hp.

Тенденции в развитието на пазара на автомобили до 6 t до 2025 година.

Този процес е илюстриран на фиг. 8, като предположенията са направени от фирмата Bosch през 2016 година. На графиката се виждат също така какви са били прогнозите една година по-рано.



Фиг.8 Прогнозни предположения на фирмата Bosch за развитието на автомобилния пазар **EV**-електроавтомобили, **PHEV**-хибридни автомобили с дозареждане от електрическата мрежа, **HEV**- хибридни автомобили, **CNG**-автомобили на природен газ, **GDI**-бензинови двигатели с директно впръскване, **PFI**- бензинови двигатели с впръскване в пълнителния колектор, **Diesel**-дизелови двигатели **ICE**-авомобили с двигатели с вътрешно горене

Налага се тенденцията на плавно увеличаване броя на автомобилите с ДВГ, като темповете на растеж са значително по-малки в сравнение с изминалите години. Броят на хибридните автомобили, задвижвани от ДВГ, без зареждане от електрическата мрежа HEV намалява. Най-значителен е ръстът на чистите електрически автомобили EV на хибридните с възможност за дозареждане от електрическата мрежа PHEV. Общо броят произведени автомобили от тези групи през 2025 година се очаква да бъде 14 милиона.

Мястото на електроавтомобилите на пазара, предимства и недостатъци.

От екологична гледна точка електроавтомобилите привидно са без конкуренция на пазара тъй като те на практика са с нулеви емисии на токсични компоненти. Налага се впечатлението, че е необходима първоначална инвестиция за тяхното закупуване, след което експлоатационните и енергийни разходи са минимални. Техният брой в България расте бавно, но сигурно. От 123 коли през 2013 год. техният брой е достигнал 318 (от които 130 са регистрирани в София) през миналата година, а през 2017 година се очаква да нараснат до 468. В момента у нас има 54 зарядни станции, от които 19 са в София.

Основно облекчение за собствениците на електроавтомобили е, че са освободени от данък МПС. В София и Бургас шофьорите на такива автомобили имат право и на безплатно паркиране в централната градска част, където има въведени зони за това.

Въпреки безспорните предимства електроавтомобилите имат недостатъци от икономически, експлоатационен и екологически характер.

1. Електроавтомобилите имат висока първоначална цена, често пъти неизгодна за средния потребител.

Големият брой електроавтомобили в Европа до голяма степен се дължи на високата субсидия, отпускана от правителствата на заинтересованите страни и значителни данъчни облекчения. Това се отнася и за България, както и факта, че за държавата и общинските администрации ще бъдат предоставени 1, 68 милиона лева за закупуването на електроавтомобили през 2017 год.

2. Въпреки сравнително големия гаранционен срок на електрическата батерия, тя бавно и сигурно изчерпва капацитета си, трябва да се зарежда все по-често и на края следва да бъде заменена с нова такава, чиято стойност надвишава (често пъти двукратно) цената на нов конвенционален автомобил. Това ликвидира вторичният пазар на автомобили и води до необходимостта от периодично закупуване на нов автомобил с честота 7÷9 години.

3. Ако всички 92 милиона автомобили до 6t, произведени в света през 2016 година бяха електроавтомобили, това би довело до интензивно изчерпване на основни суровини в световен мащаб като алуминий Al, мед Cu, литий Li, никел Ni, кобалт Co и манган Mn.

4. Пробегът с едно зареждане и параметрите на електрическата батерия се влошават постепенно във времето. Освен това пробегът е в зависимост от реалните експлоатационни условия RDE по абсолютно подобие на тестовия цикъл EURO6d-TEMP. От особено значение в случая са динамиката на шофиране, продължителното натоварване на автомобила и необходимостта от включването на допълнителни електрически консуматори като климатроник, електрически чистачки, усилвател на волана и др.

5. Екологичната чистота на електроавтомобила е под сериозен въпрос защото замърсяването на въздуха при производството на 1KWh електроенергия от ТЕЦ е по-голямо, отколкото е замърсяването от дизелов автомобил, отговарящ на изискванията на еконормите EURO 6 за производството на мощност от 1KW в продължение на 1h. Това замърсяване само е изнесено извън населените места, като негативното въздействие върху глобалните промени в климата се запазва.

6. Ако ел. енергията с която ще се зарежда електроавтомобила е произведена от ветрогенератор, соларни панели или това става в някоя от развитите страни от ЕС, където цената на ел. енергията е приблизително 0.35 евро/KWh, то използването на електроавтомобил е икономически по-неизгодно от автомобил с конвенционален дизелов двигател.

7. Замърсяването на околната среда с финни прахови частици не е резултат само на изхвърляните в атмосферата отработили газове от ДВГ. Най-новите изследвания в тази област доказват, че едва 8÷10% от отделяните твърди частици се падат на задвижващия агрегат. Останалата част е триене между спирачните дискове и спирачните апарати, между гумите и асфалтовата настилка, завихрянето на частиците по пътя от движението на автомобила, ремъчни задвижвания и др. Това са все фактори, които са налични както в конвенционалните двигатели, така също и в електро-автомобилите.

8. Ниските експлоатационни разходи на електроавтомобилите са на базата на липса на акцизи върху използваната ел. енергия, която в момента не се третира като гориво за автомобила. При приходи от акцизи на горивата в размер на 2.2 млрд лева годишно (те формират 46.4% от акцизните приходи в хазната за миналата година), трудно е да се повярва, че това статукво ще се запази при навлизането на значителен брой нови електроавтомобили в експлоатация вместо сегашните 0.01%.

Състояние на автомобилния пазар в България

Според официални данни в автомобилния бранш в България работят близо 400 000 души. Той обхваща продажбата на нови и употребявани автомобили, нови и употребявани авточасти, производството на нови части и компоненти за първоначално вграждане, ремонт и техническо обслужване, контрол, административно обезпечаване и други дейности. Това е делът от нашата икономика с най-масова ангажираност на човешки ресурс.

Регистрираните превозни средства в България са 4 130195. Данните са от месец юли 2016 год.

Разпределение по възраст:

0÷5 години – 155 000

6÷10 години – 352 988

11÷15 години – 677 492

16÷20 години – 1 153033

над 20 години останалите 1 791 682 или 43.4%.

Според използваното гориво:

Diesel – 1 639619

PFI и GDI – 1 851 331

CNG LPG – 200 000

EV-318 (0.00795%)

Това състояние на автомобилния парк на страната в известен смисъл контрастира с тематиката на доклада. Не могат да бъдат големи очакванията за състоянието на околната среда и нейната обвързаност с емисиите на токсични компоненти когато приблизително половината от автомобилите са на преклонната възраст от над 20 години.

При това положение екологичните проблеми в страната в аспект на обвързаност с автомобилния транспорт могат да бъдат подредени по следния начин:

- Остарял автомобилен парк, средна възраст на използваните автомобили 18.5 години;
- Законодателство и данъчна политика, които толерират използването на стари автомобили;
- Формално провеждане на годишни технически прегледи, без възможност за констатиране действието на екологичните системи OBD;
- Данъчни облекчения единствено при документална наличност на катализатор или DPF филтри;
- Безпорядъчна, нелицензирана сервизна дейност;
- Нерегламентирано и нелицензирано тунинговане на автомобилите.

Добрата страна на тези проблеми е, че когато едно нещо е лошо, то може да се променя единствено в посока на по- добро. В случая големият брой регистрирани превозни средства трудно може да се учвеличава, защото от една страна капацитетът (и състоянието) на пътната мрежа не може да го поеме, а от друга броят на автомобилите е приблизително равен на броя на правоспособните водачи на МПС. Това означава, че навлизането на „нови“ (на значително по- малка възраст) употребявани автомобили автоматично подобрява техническото състояние на автопарка за сметка на бракуването на най- старите возила.

Останалите проблеми до голяма степен са икономически и радикални промени биха довели до масова невъзприемане от обществото. Има се предвид облагането с много по- високи данъци на старите замърсяващи в по-голяма степен околната среда автомобили .

3. Заключение:

В резултат на направения анализ на екологичните проблеми и свързаните с тях тенденции в развитието на автомобилния пазар, могат да бъдат направени, следните изводи:

3.1. Автомобилите, снабдени с ДВГ ще запазят тенденцията за увеличаване на общия им брой до 2025 година, но със значително по- малки темпове. Електроавтомобилите ще навлязът бързо до същата година, подпомагани от облекчения и субсидии, като масовата им употреба ще бъде в градски условия;

3.2. Автомобилите, снабдени с ДВГ ще развиват и за бъдеще своите екологични системи, като очакванията са при бензиновите да се използва филтър за твърди частици (DPF), а при дизеловите масово въвеждане на системи за селективна каталитична редуция SCR. Това ще намали количествата на характерните емисии на токсични компоненти за двата вида двигатели до нивото на строгите изисквания на стандарта EURO6d –TEMP.

Тези действия ще доведат до оскъпяване на новите автомобили, но и до приближаването им към дефиницията за „превозни средства с нулево съдържание на токсични компоненти“;

3.3. Основен проблем, след борбата за намаляване на съдържанието на токсични компоненти за бензиновите ДВГ е намаляване разхода на гориво и съответно нивото на CO₂. Ще се доразвиват технологиите за директно впръскване на бензин, като най-перспективно решение в тази посока.

Литература:

- 1.Brussels 31.05.2017 C(2017) 3525 final COMMISSION RECOMMENDATION on the use of fuel consumption and CO₂ emission values type-approved and measured in accordance with the World Harmonised Light Vehicles Test Procedure when making information available for consumers pursuant to Directive 1999/94/EC of the European Parliament and of the Council
 - 2.Hammer J.,Binder A.(2010) IVK Universität Stuttgartt Injection technology part 1 (Оригинално заглавие:Hammer J.,Binder A. Einspritztechnik-Teil 1)
 - 3.Pauer T.,Yilmaz M.,Zumbrägel J.,Schünemann E. Neue Generation Benzin-Direkt-einspritzsysteme von Bosch MTZ 07-08 2017 s.17-23
- За контакти: prof. PhD Eng. Trifon Uzuntonev, Technical University of Varna,Bulgaria, Department “Aotomotive Engeneering”, phone+359 888 31 37 91, e-mail:uzuntonev_trifon@abv.bg

Докладът е рецензиран.