

SAT-2.203-2-TMS-14

Методи за подаване на газово гориво в дизелови двигатели
Methods of providing gaseou in diesel engines

Даниел Костадинов, Красимир Богданов
Daniel Kostadinov, Krasimir Bogdanov

Methods of providing gaseou in diesel engines: The report describes different methods of providing gaseous fuel in diesel engine. In all types of modified engines working with gaseous fuel, must be taken into consideration the specific working condition in automotive vehicles. The main tasks at gasification of diesel engine are the way of fuel mixture formation and ignition of it.

Key words: diesel engine, modified, gaseous fuel, LPG, CNG

ВЪВЕДЕНИЕ

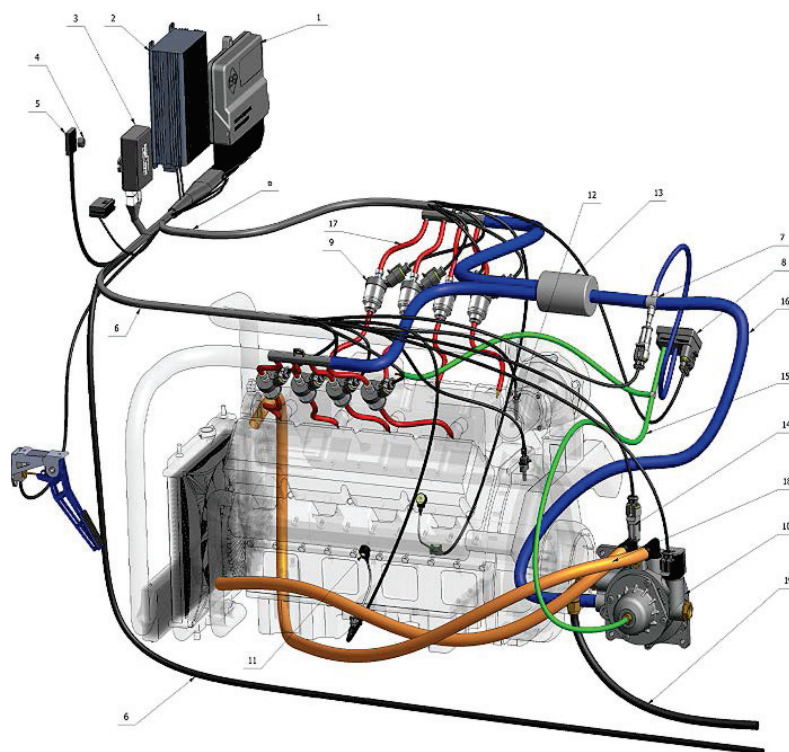
Нуждата от по-ефективен транспорт е еволюирала човечеството през хилядите години от конските впрягове до съвременните многотонни машини. Постоянно променящите се цени на петрола и екологичните норми водят до намирането на алтернативни горива. Днес освен бензин и дизелово гориво, широко се използват газовите горива – втечен газ пропан-бутан (LPG), както и сгъстен природен газ (CNG). Използването на газово гориво се свързва по-често с бензиновите двигатели, но съществуват и методи за подаване на газово гориво в дизеловите двигатели.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основната част на дизеловият двигател, почти не се е променила от първото си конструиране до днес. Промените се извършват, най-вече в горивните апаратури. Горивната система е една от най-важните в автомобила – тя снабдява двигателя с горивото. Тя отговаря за съхранението на горивото и за захранване на двигателя с него. При конвенционалните дизелови двигатели отдавна е наложена системата за директно впръскване на дизеловото гориво в цилиндрите. За разлика от дизеловата горивна апаратура, методите за подаване на газово гориво в дизеловия двигател са няколко.

Най-често се осъществява метода с външно смесобразуване. При него преобразуването на двигателя се осъществява сравнително лесно. Добавя се газова горивна апаратура с основни елементи – газова резервоар, горивопроводи, редуктор-изпарител, регулатор на количеството газова гориво и смесител. Количеството газова гориво се регулира ръчно за оптимална работа на двигателя във всички режими. Тъй като няма запалителна свещ е необходимо да се добавя частично количество дизелово гориво, което да възпламени газовото. Тоест, двигателят работи с двете горива едновременно, намаляването на порцията дизел може да достигне до 30 % от нормалната работа на двигателя. Под това количество, се забелязва нестабилна работа на двигателя. Количеството газова гориво се определя в зависимост от разреждането в пълнителния колектор – с повишаването му се повишава увличането на газова гориво от газовият смесител. Тази система за подаване на газова гориво се характеризира с равномерна и хомогенна горивна смес, както и ефективен горивен процес. Недостатък е ниската адаптивност към различните режими на двигателя.

С развитието на електрониката, електронните системи заместват все по-голяма част от механичните елементи в двигателите. Поради това по-съвременни системи осигуряват електронно управление на подаването на газовото гориво. При тази система двигателят е оборудван със същите изброени по-горе елементи, но тук регулатора на количеството газова гориво се управлява електронно и има добавен електронен блок за управление, който е свързан със повечето възприематели в дизеловият двигател. На Фиг. 1 е показана система за подаване на газова гориво с



Фиг.1. Система за подаване на газово гориво в дизелов двигател с електронно управление.

електронно управление, предназначена за големи дизелови двигатели, на товарен автомобил.

Съответните елементи на системата са обозначени по следния начин:

1. ЕБУ;
2. Преобразувател 24-12 V();
3. Емулатор TPS;
4. Звуков зумер;
5. Превключвател;
6. Комплект проводници;
7. Температурен възприемател за газовото гориво;
8. MAP възприемател;
9. Газов инжектор;
10. Редуктор-изпарител(РИ);
11. Детонационен възприемател;
12. Възприемател за температура на въздуха в пълнителния колектор;
13. Филтър газово гориво;
14. Температурен възприемател на РИ;
15. Тръбопровод от MAP;
- 16, 17. Газопроводи;
18. Тръбопроводи за охлажда течност;
19. Тръбопроводи за високо налягане.

Както се вижда от фигурата системата е отново двугоривна. Двигателят при ниски натоварвания (до 35%) работи само на дизелово гориво, а при по-високи използва комбинация между дизелово и газово гориво. Газовото гориво се впръсква преди пълнителният клапан и постъпва в цилиндъра на двигателя, заедно с пресния въздух. След съгъстяването газо-въздушната смес няма достатъчна температура за

самовъзпламеняване, но тя е достатъчна за самовъзпламеняване на дизеловото гориво. При впръскването на малко количество дизелово гориво в цилиндъра протича самовъзпламеняване. Запалването на работната смес започва едновременно на няколко места. Такова запалване ускорява процеса горене при по-еднороден състав на горивната смес и го прави по-пълно. Важно преимущество на такова запалване е разширяване диапазона на работа с бедни смеси. При използването на тази система при двигатели с големи работни обеми е възможно намаляване на количеството на дизелово гориво до 10%. При по-малки автомобилни двигатели, може да се сведе до 25-30%. Тази система е най-разпространена в съвременната автомобилна техника.

Съществува и метод с вътрешно смесобразуване. При него газовото и дизеловото гориво се впръскват непосредствено в горивната камера на двигателя. Разновидност на този метод е система, при която двете горива се смесват предварително и се впръскват през стандартната дизелова горивна апаратура. Друга система използва две отделни горивни системи, като в цилиндъра на двигателя има две дюзи – една за дизел и една за газовото гориво. Газът може да се впръсква и в



Фиг.2. Горивна дюза за две горива - газово и дизелово гориво.

газова фаза. Съществува и система, при която се използва само газово гориво със добавки подобряващи цетановото число и смазочните способности на горивото.

Благодарение на системите за компютърно управление и бързодействащите горивни дюзи, могат да се изпълнят и системи със една двугоривна дюза, захранвана от две различни горива – дизелово и газово гориво. Тази система е лесна за осъществяване, осигурява висока горивна икономичност и отлична адаптивност. На фигура 2 е показана горивната дюза от тази система и принципната ѝ схема на действие. Тя осигурява малка пилотна порция от дизеловото гориво и голяма основна порция от газовото гориво, като впръснатото дизелово гориво се използва за възпламеняване на газозвъдушната смес. Количеството дизелово гориво е от порядъка на 5 % от общата енергия, получена от изгарянето на горивото в цилиндъра. Дюзите са с електронно управление и работят като част от дизелова горивна система тип „Комън рейл“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При всички системи за внедряване на газово гориво в дизелов двигател се наблюдава намаляване на разходите за гориво и подобряване на екологичните характеристики на двигателя. При системите с външно смесобразуване и механично управление, ниската адаптивност на системата, ограничава използването ѝ. Този недостатък се премахва при системите с електронно управление. Трябва да се отбележи, че основен недостатък на системите за външно смесобразуване е

необходимостта от сравнително висок дял на дизеловото гориво. От системите за вътрешно смесобразуване най-приложима е системата с комбинирани дюзи за две горива. Чрез нея дизеловото гориво се свежда до по-ниски количества, системата е сравнително лесна за вграждане и има всички останали положителни страни на системите с външно смесобразуване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Богданов К.. Изследване горивния процес на високочестотен автомобилен дизелов двигател (с добавка на газови горива) – дисертация за ОНС „доктор“. Варна, 2007.

[2] Костадинов Д.. Изследване мощностните показатели на автомобили, работещи с бензин и втечен газ пропан бутан – дипломна работа ОКС „магистър“. Варна, 2015.

[3] <http://www.bez-benzina.ru/>

[4] <http://www.westport.com/>

Докладът е подпомогнат от Научноизследователски проект - НП25/2016, финансиран от Технически университет – Варна.

За контакти:

инж.Даниел Костадинов, Катедра “Транспортна техника и технологии”, Технически университет - Варна, тел.: 0886 – 283 556, e-mail: danny.kostadinov@gmail.com
доц. д-р инж. Красимир Богданов, Катедра “Транспортна техника и технологии”, Технически университет – Варна e-mail: kbog@abv.bg

SAT-2.203-2-TMS-15

Определяне временното екологично състояние на леките автомобили категория М1 и подходи за неговото подобряване Determining the temporary environmental condition of cars m1 and approaches for its improvement

Съби Минеv
Sabi Minev

Determining the temporary environmental condition of cars m1 and approaches for its improvement: *The problems for the definition of a temporary state of the environmental performance of class M1 vehicles and the approaches of improving the definition of a temporary state of ecological vehicles are discussed. The analysis is based on statistical analysis of a representative sample of data on emissions emitted by vehicle class M1 in annual technical inspection*

Key words: *vehicles, ecological characteristics*

Въведение

Известно е, че автомобилният транспорт се явява един от основните замърсители на околната среда поради отделянето на вредни емисии от двигателите с вътрешно горене. Също така е известно, че националният автомобилен парк се характеризира с преобладаващо количество леки автомобили категория М1 - „втора ръка“, които съставляват над 50% от типовете автомобили, намиращи се в експлоатация в нашата страна [7]. Това състояние предполага провеждането на анализ на екологичните характеристики на типовете автомобили намиращи се в Р. България [2, 3]. Резултатите от анализа ще позволят вземането на решение за реализиране на подходи по осъществяването контрол на екологичните характеристики на автомобилите от държавните органи.

За осигуряването на достоверност на анализа е необходимо да се определи временното състояние на екологичните характеристики на автомобили категория М1. За тази цел са проведени изследвания на данни от годишните технически прегледи в диагностични центрове на територията на република България. Методиката на анализа се основава на статистическа обработка на представителна извадка от данни за вредни емисии отделяни от клас автомобили М1 при годишни технически прегледи [8]. На тази основа са определени законите за емпиричното разпределение за вредни емисии и описателните статистически характеристики на стойностите на емисиите (CO, CO_2, CH, O_2). Това позволява да се установи съответствието на измерваните величини спрямо стандартите EURO 3 - 6. С използване на част от тези характеристики за автомобилите клас М1: средна стойност на измерваната емисия $N_{сред}^{емис}$, величина на медианата $Me_{cp}^{емис}$, стойност на модата $Mo_{cp}^{емис}$, средноквадратичното (стандартно) отклонение на данните $St_{dev}^{емис}$ от измерванията и др., става възможно да се определи състоянието на избраната категория автомобилен транспорт. Поради използването на различни размерности представени в стандартите EURO на g/km, а при провеждането на годишните прегледи в проценти, е необходимо построяване на номограма за трансформация на размерностите. За нейното построяване се използва следният алгоритъм:

А. Извежда се уравнението, чрез използване метода на правдоподобие то за привеждане размерностите на въглеродният оксид - CO в съответствие с EURO в размерност – проценти. За целта се извежда линейно уравнение между зависимостите EURO 3 и EURO 4, поради факта, че стойностите на CO за EURO 4 и EURO 6 притежават една и съща стойност. Линейното уравнение е от вида:

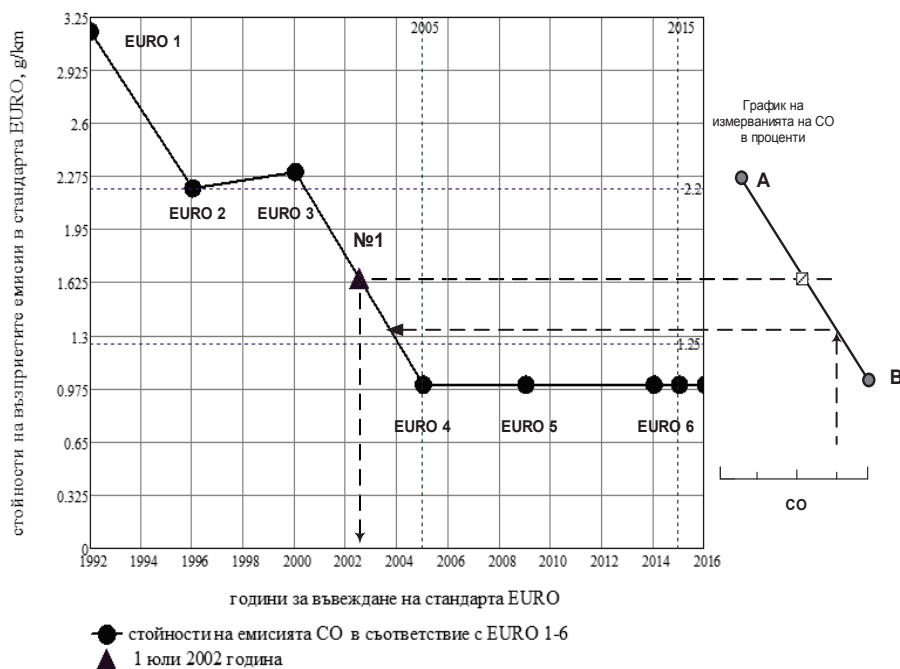
$$CO_{3-4}^{емисс} = -0.26x + 2.3 \quad (1)$$

Където x - е параметър на линейното уравнение;

В. При използване зададената стойност на CO за 1 юли 2002 година съдържание на CO - 0,5 % обемни единици за автомобили категория М1 със система за контрол на емисиите и уравнение (1) се построява неговата геометрическа интерпретация, правата АВ с обозначаване на средната точка в правата *Фиг. 1*.

С. Средната точка на правата АВ на CO - 0,5 % обемни единици се приема, че съответства на 1.65 g/km от стойностите на EURO, *Фиг. 1*.

При използването алгоритъма (А-С) видът на номограмата за трансформиране на размерностите е представен на *фиг. 1*.



Фиг.1. Номограма за привеждане на емисията CO от g/km в съответствие с EURO в проценти за категория автомобили M1 с принудително запалване

1. Определяне временното екологично състояние на автомобили с принудително запалване категория М1

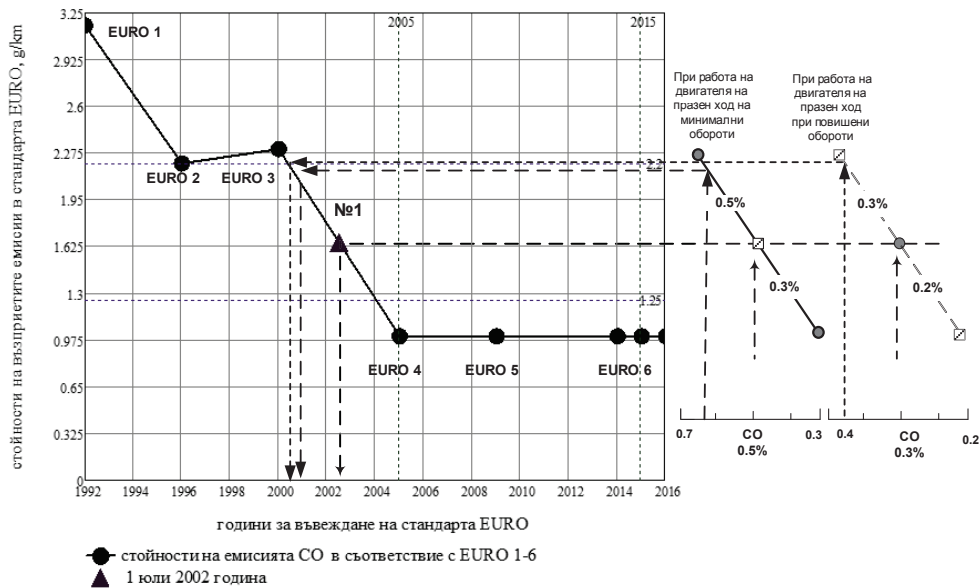
За определянето на временното екологично състояние на автомобили с принудително запалване категория М1 се използват статистическите характеристики на измерванията на тази стойност при провеждане на годишни технически прегледи. За целта се използва средната стойност $N_{сред}^{емисс}$ на измерваната емисия, въглероден оксид - CO за леки автомобили с принудително запалване категорията М1. Състоянието за категория М1 със система за контрол на емисиите при използване на номограмата, *Фиг. 1*. се определя при следната последователност:

1. Нанася се средната стойност CO $N_{сред}^{емисс} = 0.689$ в хоризонталният график на CO стойностите в проценти и се издига перпендикуляр към правата АВ, *Фиг.2.*;
2. Проектира се стойността на пресечната точка върху графика на правата АВ върху графика на стойностите EURO по години;

3. Местоположението на стойността на емисията - пресечна точка върху графика на стойностите EURO по години се проектира върху, абсисната ос, като се определя „годината“ на временно състояние на категория автомобили M1, Фиг.2.

Посочената последователност (1-3) може да се използва за определяне на временното състояние на всички категории пътни превозни средства по предварително определени статистическите характеристики.

Демонстрация в определяне на екологичната категория на автомобилите категория M1 с принудително запалване по резултатите от измерванията на емисиите от периодичните техническите прегледи с използване последователността (1-3) е представена на Фиг.2.



Фиг.2. Временно състояние на автомобилният парк в Р. България за категория автомобили M1 с принудително запалване по статистически характеристики в съответствия с изискванията на EURO .

Известно е още, че относителният дял на количество автомобили клас M1 с принудително запалване, първа регистрация или още „втора ръка“ са на средна „възраст“ 12 -15 години [7]. Тяхното физическо износване и най-вече тяхното технологично несъответствие, „морално остаряване“ спрямо съвременните технологически решения при отчитане стойността на второстепенните фактори и икономическите възможности на техните притежатели, поставят определянето на истинското екологично състояние под съмнение при провеждането на годишните технически прегледи. Тук под второстепенни фактори се приемат: качеството на горивата (стойността на отклоненията от стандартите в нашата страна) използвани в търговската мрежа, степента на „субективизъм“ при провеждане на измерванията в техническите центрове и точността на измервателната апаратура в зависимост от физикогеографските условия [8]. При отчитане на средна възраст на автомобилите 12 -15 години, „моралното остаряване“ и второстепенните фактори, например само за емисия CO при използването на последователността (1-3), наличната категория автомобили M1 отговаря на екологично състояние според изискванията на EURO на 2001-2002 година Фиг.2. Останалите емисии за категорията автомобили M1, също отговарят на екологично състояние в съответствие на изискванията на EURO за 2001 – 2002. Те са определени по демонстрираният алгоритъм, с грешка от 8... 12%.

Важна част от автомобилният парк на страната съставлява категорията автомобили M1 със самовъзпламеняване (с дизелови двигатели).

2. Определяне временното екологично състояния на автомобили със самовъзпламеняване (с дизелови двигатели) категория М1

При определяне на екологичната категория на автомобилите със самовъзпламеняване категория М1 се следва същият алгоритъм (1-3). Резултатите от определяне временно състояние на категория автомобили М1 с дизелов двигател, също се потвърждава от влиянието на морално остаряване на автомобилите с първа регистрация на възраст 12 -15 години. Това се изразява най-вече с екологичната емисия димност Kar_{dvg} . Особено при тази категория автомобили, временното им състояние в съответствие с изискванията на EURO се определя от влиянието на второстепенните фактори. Приоритетно в тях, стойността на Kar_{dvg} се определя от качеството на използваните горива, намиращи се в търговската мрежа [7]. С отчитане на това, екологично състояние в съответствие с изискванията на EURO за емисията димност Kar_{dvg} за тази категория автомобили отговаря за 2002 - 2003 година. Грешката при определянето на екологичното състояние за останалите емисии на категория автомобили М1 с дизелов двигател е в нормите от 11...19%.

Определянето на временното екологично състояние на част от автомобилният парк в Р. България налага прилагането система от подходи за неговото подобряване.

3. Основни подходи за подобряване екологично състояние на част от автомобилният парк в Р. България в съответствието с изискванията на EURO

За реализирането на желаният краен резултат по подобряване екологичното състояние на значително „морално остарелият“ автомобилен парк в Р. България, е необходимо да се взимат мерки за намаляване стойността на вредните емисии (CO, CO_2, CH, O_2). За тази цел е необходимо въвеждане на няколко основни ръководни подхода. Те трябва да обхващат целия комплекс от дейности влияещи върху екологичното състояние на моторните превозни средства. Най-важни от тях се явяват:

Подход 1. $П_1^{ДВГ}$ Подобряване на контрола в провеждането на годишните технически прегледи в контролните пунктове. Той трябва да бъде непрекъснат през цялата календарна година с участието на различни институции за мониторинг на качеството в неговото провеждане на място.

Подход 2. $П_2^{ДВГ}$ Постигането на необходимото техническо състояние на автомобилите от различни категории през време на тяхната експлоатация. Това се постига с провеждането на междинни технически прегледи за отстраняване на нередностите в екологическата работоспособност на автомобилите в специализираните центрове по цени, определени от държавен регулатор.

Подход 3. $П_3^{ДВГ}$ Непрекъснат контрол на целият спектър на внасяните нефтопродукти с приемане на ожесточени законодателни мерки за тяхното качество, съгласно възприетите стандарти. За тази цел използването на биогорива, а така също метанол, етанол, природен газ, втечен въглеродороден газ (ВВГ) и водород в съответствие със стандартите са неотменна част в решаването на проблема.

Подход 4. $П_4^{ДВГ}$ Приемане на решения за намаляване количеството на МПС втора употреба, необорудвани с необходими средства за намаляване на вредните емисии. За целта е необходимо да се въведе технология, например за селективна каталитична редукция (SCR) (Selective Catalytic Reduction), която ще позволи да се покрият по-строгите стандарти на EURO - Евро 5 и Евро 6.

Подход 5. $P_5^{ДВГ}$ Създаване на мобилни групи, работещи по пътната мрежа на Р. България със съответстващо оборудване за контрол към Министерството на транспорта за определяне на техническото състояние на автомобилният транспорт, намиращ се в експлоатация и най-вече точен анализ на използваните горива.

Посочените подходи $P_1^{ДВГ} \rightarrow P_5^{ДВГ}$ са в основата на ефективният процес за подобряване на екологичното състояние на автомобилният парк в нашата страна. Тяхното комплексно прилагане позволява формирането на временно екологично състояние на МПС от различни категории, чрез търсене на максимална ефективност $Eff_{подх}^{ДВГ}$, която може да се зададе със следното функционално уравнение:

$$Eff_{подх}^{ДВГ} \Rightarrow f(P_1^{ДВГ}, P_2^{ДВГ}, P_3^{ДВГ}, P_4^{ДВГ}, P_5^{ДВГ}) \Rightarrow max \quad (2.)$$

Посочената функционална зависимост (2) предполага едновременното прилагане на посочените подходи. Това изисква максимална адаптивност на прилагането на система от продуктивни стратегии за постигане на предварително дефинирани цели, при условие, че в тях участват различни държавни институции.

4. Заключение. Представеният модел за анализ на оценка състоянието на екологичните характеристики на леките автомобили клас М1, като част от автомобилният парк на нашата страна позволява да се определят подходи за подобряване на техният контрол от държавните органи. Част от тези подходи могат да бъдат: в контрола за състоянието на МПС да участват различни институции с ясно дефинирани отговорности; провеждане на междинни технически прегледи за отстраняване на нередностите по автомобилите от мобилни групи за контрол по пътищата на страната; непрекъснат контрол на горивата внасяни в нашата страна от вносителите, бензиностанциите и др.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бързев, К. Н., "Оценяване конструктивните особености и методите за обезвреждане на изпусканияте газове на дизеловите двигатели с цел удовлетворяване на бъдещите стандарти за NOx и дисперсни частици", Седма научно-техническа конференция с международно участие на тема: "Транспорт екология-устойчиво развитие", гр. Варна, май 2001.

[2]. Димитров, Ан. и колектив, Екологични характеристики на ДВГ и автомобилите, В., 2006

[3]. Димитров, Ан., Екология на автомобилния транспорт, В., 2006

[6]. Младенов, М.Б., Екологични класове на ДВГ, автомобили и автобуси, Пособие с приложения към едноименния курс при ЦПО на РУ "А. Кънчев", 2008.

[7]. Минева, С. С., Влияние на второстепенни фактори върху стойностите на емисиите на двигателите с вътрешно горене, НВУ „Васил Левски“, Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“, гр. Шумен, 2016.

[8]. Минева, С. С., Анализ на екологичните характеристики на леките автомобили с двигатели с принудително запалване (клас м1), намиращи се в експлоатация, при работа на празен ход, РУ "А. Кънчев", 2014.

[9]. Соренсон, С., К. Бързев. Вредни емисии от автомобилния транспорт. П.Б. РУ "А. Кънчев", Русе, 1996 г.

За контакти: инж. Съби Стайков Минева, phone: 0887343832, e-mail: subi.mineva@abv.bg