

FRI-216-2-NMITS(S)-04

WAYS OF IMPROVING ENVIRONMENTAL INDICATORS OF DIESEL ENGINES

Valentin Manev

Principal Assist. Prof. PhD

Department of Technical and Natural Sciences, Silistra Branch, University of Ruse "Angel Kanchev", phone: 086-821 521

e-mail: v.manev@mail.bg

Milen Sapundzhiev

Assist. Prof., PhD student

Department of Technical and Natural Sciences, Silistra Branch, University of Ruse "Angel Kanchev", phone: 086-821 521

e-mail: milenvs@abv.bg

Abstract: This report presents some technological solutions to improve the environmental performance of diesel internal combustion engines.

Key words: diesel engines, environmental performance, emissions in cars

ПЪТИЩА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ДИЗЕЛОВИТЕ ДВИГАТЕЛИ

Резюме: В доклада са разгледани някои технологични решения за подобряване на екологичните показатели на дизеловите двигатели с вътрешно горене.

Ключови думи: дизелови двигатели, екологични показатели, вредни емисии в автомобилите

ВЪВЕДЕНИЕ

Съществуващите високи изисквания към опазването на околната среда в Европейския съюз водят до въвеждането на все по-стриктни ограничения в автомобилната индустрия за нивото на отделяните вредните емисии от автомобилните ДВГ. Затова производителите на автомобили и горива не само в Европа, но и по цял свят търсят принципно нови решения за различни видове горива, за различни типове ДВГ, за подобряване качеството на смесобразуване на гориво-въздушната смес в съществуващите ДВГ, за подобряване на конструктивните особености на горивната уредба, за намаляване на шумовите емисии и т.н.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Допустимите стойности на ограничаваните токсични компоненти в отработилите газове на дизеловите двигатели, според действащото законодателство и най-близките перспективи за неговото изменение, са представени в табл. 1 – за леки автомобили и фиг. 1 – за товарни автомобили.

Табл.1.

Допустими стойности на токсични компоненти
 в отработилите газове на дизелови двигатели [g/km]

СТАНДАРТ	ЕВРО 1	ЕВРО 2	ЕВРО 3	ЕВРО 4	ЕВРО 5	ЕВРО 6
ДЕЙСТВА ОТ:	1.7.1992 г.	1.1.1996 г.	1.1.2000 г.	1.1.2005 г.	1.9.2009 г.	1.9.2014 г.
CO	3.160	1.000	640	500	500	500
(HC+NO _x)	1.130	700	560	300	230	170
NO _x			500	250	180	80
PM	180	80	50	25	5	5

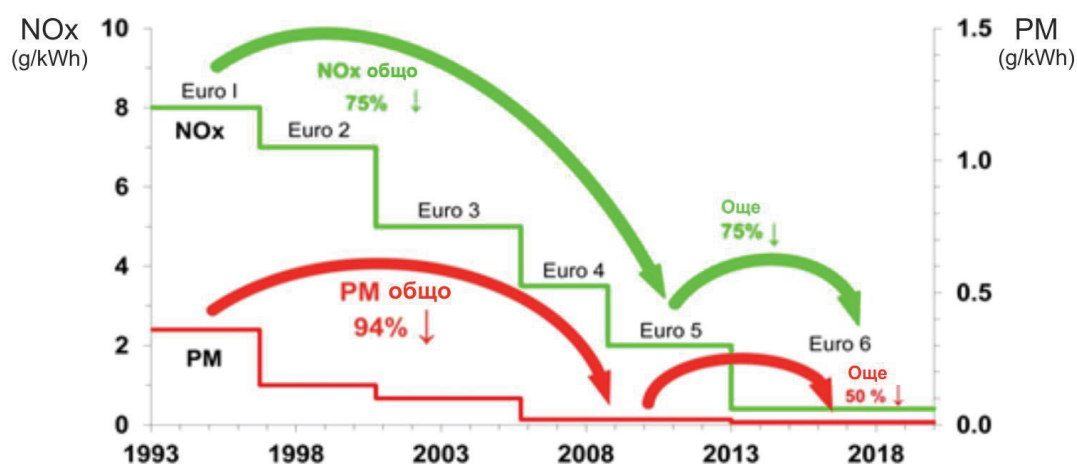
Използвани съкращения, необозначени в текста:

- CO – въглероден оксид;
- NO_x – азотни оксиди;
- HC – въглеводороди;
- PM – дисперсни частици (с едрина до 10 μm);

Производителите на автомобили в световен мащаб трябва да отговорят на постепенно увеличаващите се изискванията за намаляване на съдържанието на токсични компоненти в отработилите газове и подобряване на горивната икономичност без да се влошават динамичните качества на автомобилите.

Технологичните решения за намаляване на емисиите на дизелови ДВГ могат да се разделят на две основни групи:

- Намаляване на емисиите отделяни вътре в двигателя;
- Третиране на отработилите газове с цел намаляване на токсичните компоненти.



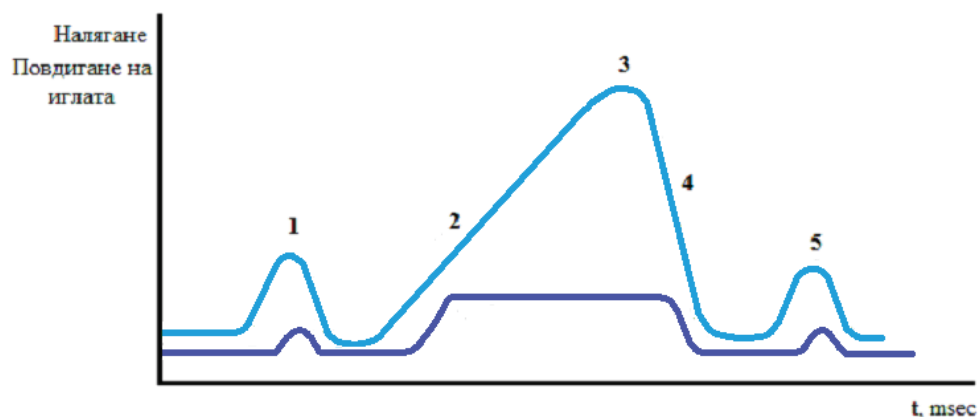
Фиг.1. Допустими стойности на азотни оксиди и дисперсни частици
 в отработилите газове на дизелови двигатели

Намаляването на емисиите токсични газове отделяни вътре в двигателя се постига основно чрез оптимизиране на горивния процес и неговото управление.

Горивният процес зависи от системата за пълнене с въздух и системата за впръскване на гориво.

Снижението на емисиите токсични газове посредством системата за пълнене с въздух се постига чрез интензивно движение на въздушния заряд, използване на принудително пълнене с охлаждане на въздуха, рецикулация на отработилите газове с междинно охлаждане.

Съвременните системи за впръскване на гориво са предимно акумулаторен тип. Високото налягане на впръскване достигащо 200 МРа осигурява по-fino разпръскване на горивото и по-добро смесване на горивото с въздуха в горивната камера. С това се намалява количеството на дисперсните частици (PM). Характеристиката на подаване на гориво позволява многофазно впръскване, чрез което се контролира температурата в цилиндъра и се намалява количеството на азотните окиси.



Фиг. 2. Характеристика на впръскването на гориво. [4]

Светлосиня линия – налягане по време на впръскването; тъмносиня линия – повдигане на иглата на разпръсквача: 1 – пилотна порция; 2 – предварително впръскване; 3 – основно впръскване; 4 – късно впръскване; 5 – последно впръскване.

Впръскването на гориво от дюзите се може да се раздели на 3÷5 порции.

Пилотната порция осигурява достатъчно време за смесване на горивото с въздуха в цилиндъра на двигателя.

Предварителното впръскване съкращава задържането на възпламеняването по време на основното впръскване и, като резултат от това, намалява образуването на азотни оксиди, шум и вибрации в двигателя.

Основното впръскване осигурява основната порция гориво, като при това се постига максималното налягане на впръскване.

Късното впръскване се случва няколко милисекунди след основното впръскване и осигурява изгаряне на останалите дисперсни частици.

Последното впръскване осигурява възможност за управление на температурата на отработилите газове, което спомага за регенерация на филтъра за дисперсни частици.

Многофазовото впръскване на горивото спомага за намаляване на максималната температура в цилиндрите и намаляване на емисиите на NO_x в отработилите газове. С това се намалява натоварването върху филтъра за дисперсни частици, селективния редукиционен катализатор и катализатора за акумулиране на NO_x .

Иновации от фирма Bosch .[8]

За специалистите по разработване на дизелови двигатели изискванията за намаляване на разхода на гориво са усложнени, тъй като при преминаването от стандарт Euro 5 на Euro 6 се намалят с повече от 50% емисиите азотни окиси. За целта от Bosch оптимизират конвенционалния метод на горене. Увеличават дяловете на рецикулация на отработените газове, налягането на въздуха на принудително пълнене и налягането на впръскване в определени части на полето от характеристики на двигателя и по този начин постигат горене

с малко азотни окиси. Това намалява разхода на гориво и емисиите на CO_2 с 22 % спрямо стандартния дизелов двигател.

За подобряване коефициента на полезно действие на дизеловия двигател и намаляване на емисиите токсични компоненти се прилага и допълнително третиране на отработилите газове. За целта специалистите на Bosch адаптират вече доказалата се при камионите и автобусите система Denoxtronic за SCR-намаляване на емисиите на азотни окиси (Selective Catalytic Reduction) към леките автомобили. Първите дизелови автомобили специално за много строгото законодателство по отношение на отработилите газове в САЩ се оборудват с тази система.

Допълнителното третиране на отработилите газове дава възможности за подобряване на коефициента на полезно действие на дизеловия двигател. С покачващите се температури на горене в цилиндъра се повишава ефективността на двигателя – едновременно обаче се повишават и емисиите азотни окиси. Ако емисиите на азотни окиси се ограничат допълнително от един SCR-катализатор в тракта за отработени газове, в двигателя може да се приемат по-високи температури на горене. Коефициентът на полезно действие на дизеловия двигател се повишава, разходът на гориво се понижава. С тази техника и система Denoxtronic се постига с още 5 % до 7 % по-нисък разход на дизелово гориво. При повишаване на налягането на пълнене и намаляне на работния обем до 1,2 l и запазване на мощността от 83 kW на литър, тези мерки понижават емисията CO_2 на 97 g/km. Разходът на гориво на този Euro-5 дизелов двигател спада с 33 %.

Във всички концепции за намаляване на емисиите и разхода на гориво решаваща роля играе системата за впръскване на гориво – по-специално по отношение на налягането и характеристиката на впръскването. При най-модерната Common-Rail система с електромагнитно управление е подобрена динамиката на процеса на впръскване и работи с налягане на впръскване 180 MPa. Common-Rail системата с pieзоуправление на Bosch работи със стойности на налягането на впръскване до 200 MPa. За да се намали още повече разхода на гориво и емисиите токсични компоненти в отработилите газове в Bosch разработват системи на впръскване с налягане по-високо от 200 MPa.

Технология за организация на горивния процес CleanTech [6].

Разработеният в Техническият център на GM Powertrain в Турино и Рюселсхайм, иновативен горивен процес за дизелови двигатели CleanTech е внедрен в Opel Insignia ecoFLEX. Той осигурява ниско ниво на емисиите и подобрява акустичния комфорт благодарение на директния контрол на горенето. Това става с помощта на електронната система с обратна връзка, адаптираща в реално време впръскването в зависимост от условията на осъществяване на горивния процес.

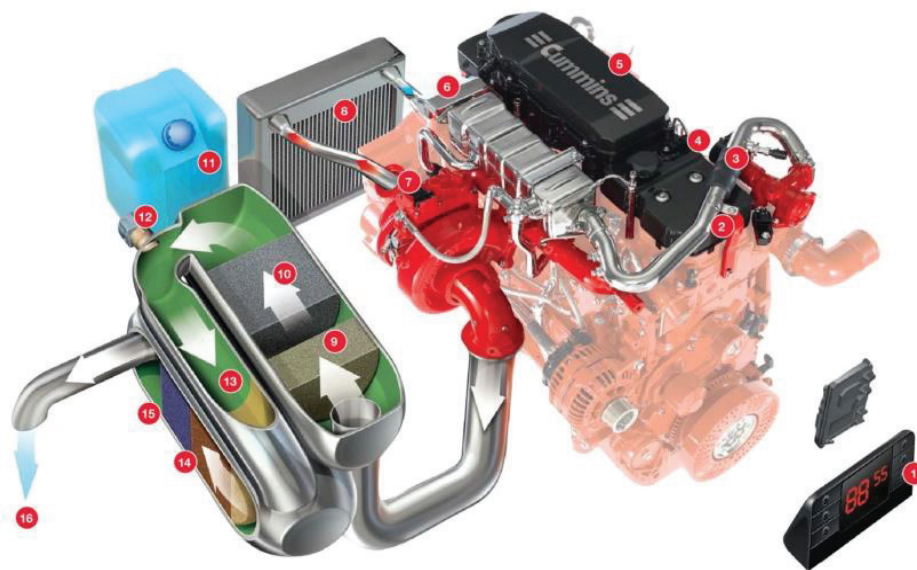


Фиг. 3. Подгревна свещ BERU PSG (Pressure Sensor Glow Plugs)

За тази цел двигателят 2.0 CDTi ecoFLEX е оборудван с монтирани във подгревните свещи сензори, отчитащи налягането в горивните камери (фиг.3). Данните се изпращат в реално време към контролния блок на двигателя, за да се оптимизира необходимото за впръскване количество гориво. Тези пиезорезисторни сензори измерват налягането във всяка от четирите горивни камери при всеки ъгъл на колянвия вал с точност от +/- 2%. Това позволява моментна финна настройка на процеса на впръскване и осъществяване на възпламеняване и изгаряне при наличие на „обратна връзка“. По този начин системата се превръща в ключов фактор за реализацията на високоефективен горивен процес.

В широк диапазон до 2000 об./мин се осъществява стабилен горивен процес с предварително подготвена гориво-въздушна смес. Този процес, благодарение на който се намалява температурата на горивния процес и се предотвратява дифузно разпространение на пламъчния фронт, се извършва с хомогенна смес от въздух и гориво. По този начин значително намалява образуването на азотни окиси и твърди частици. В зависимост от работния режим на двигателя, квази-хомогенният горивен процес се осъществява с помощта на по-ранно впръскване на гориво, с до 65% по-високи нива на рецикулация на отработилите газове. Този работен процес намалява разхода на гориво и емисиите на въглероден двуокис с повече от 20%.

Обобщена представа за прилаганите методи за подобряване на екологичните показатели на дизеловите двигатели ни дава фиг. 4. Тя показва внедрените технологични решения от фирма Cummins – един от най-големите световни производители на дизелови двигатели, покриващ диапазона на мощности от 49 до 4200 к.с.[5].



Фиг. 4. Технологични решения за подобряване на екологичните показатели на дизеловите двигатели [5]

1- OBD дисплей; 2 - ECM електронен модул за управление; 3 -EGR клапан; 4 - Common rail горивна система с високо налягане; 5 - CCV – затворена картерна вентилация; 6 - EGR охладител; 7 - Турбокомпресор с променлива геометрия (VGT); 8 - Интеркулер; 9 - Оксидиращ катализатор (DOC); 10- Филтър за твърди частици (DPF); 11 - AdBlue резервоар; 12 - AdBlue дозиращ модул; 13 – смесител; 14 - SCR-катализатор; 15 – ASC -катализатор; 16 - Изходящи газове [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада са описани нормите за допустимо съдържание на токсични компоненти в отработилите газове и са посочени основните пътища и конкретни решения за подобряване на екологичните показатели на дизеловите двигатели с вътрешно горене.

От направеното изложение могат да се обобщят следните изводи:

1. В управлението на горивоподаването се крият резерви за подобряване на процесите на смесобразуване и горене и съответно подобряване на мощностните, икономическите и токсичните показатели на двигателя.

2. Използването на акумулаторни горивни уредби с високо налягане на впръскването и управление на горивния процес чрез обратна връзка значително намалява създаването на азотни окиси и твърди частици.

3. За да отговорят на действащото законодателство и най-близките перспективи за неговото изменение при дизеловите автомобили, е необходимо използването на охлаждаема рециркулация, оксидиращ катализатор, NO_x акумулиращ катализатор, филтър за твърди частици и система за селективна каталитична редукция.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Димитров А., Севастакиев В., Иванов Зд., Беярова Ж.; „Екологични характеристики на ДВГ и автомобилите”, Варна 2006 год.;

[2] RobertBoschGmbH, “Системи за управление на дизелови двигатели” 2011 год;

[3] Соренсон Сп., Бързев К.; „Вредни емисии от автомобилния транспорт”, Русе 1996 год;

[4] Станчев Хр.; „Горивни уредби на ДВГ”, 2011.;

[5] www.cummins.com

[6] www.media.opel.com

[7] www.kamioni.bg

[8] www.bosch.com

За контакти:

Гл.ас.д-р Валентин Манев, Филиал-Силистра, Русенски университет “Ангел Кънчев”,
email: v.manev@mail.bg

Гл.ас. Милен Сапунджиев, Филиал-Силистра, Русенски университет “Ангел Кънчев”,
e-mail: milenvs@abv.bg