

## Методи за намаляване на токсичността на отработилите газове

Петър Казаков

*Methods to reduce the toxicity of exhaust gases: The report examines the different methods used to reduce toxic emissions. use of diesel engines lead to air pollution. I had to take quick action on legislation to reduce greenhouse gases, as well as the constructor of which were required to change their systems for fuel injection and a number of other conditions. use new types of fuel, such as biodiesel also had its positive impact this.*

**Key words:** toxicity, exhaust gas recirculation, biodiesel

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Отдавна специалисти по двигателостроене от различни страни работят върху проблема за минимизиране на вредните емисии от отработилите автомобилни газове, замърсяващи околната среда. При постъпващите гориво и въздух на входа на двигател с вътрешно горене, през изпускателния му колектор се изхвърлят продуктите на горенето. В състава си те съдържат значително количество от различни по вид и състав емисии.

Според различни изследователски центрове съставът на тези емисии включва множество (между 60 и 150) от различни компоненти, доминиращите от които са [3]:

- азотни оксиди ( $\text{NO}_x$ );
- кислород ( $\text{O}_2$ );
- въглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) – краен продукт от окисляването;
- въглероден оксид ( $\text{CO}$ ) - продукт от непълното изгаряне на горивото;
- водород ( $\text{H}_2$ );
- вода ( $\text{H}_2\text{O}$ );
- сажди – опасни не само като механичен замърсител за околната среда, но и като активен преносител на токсични вещества;
- неорганични газове, като серен диоксид ( $\text{SO}_2$ ) и сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) - фигуриращи в състава на отработилите газове при наличие на сяра в горивото;
- множество други токсични и нетоксични химически елементи .

Сред посочените токсични газове, оказващи вредно влияние върху околната среда са: азотните оксиди, въглеродния оксид и въглеводородите. Те изместват кислорода, необходим за жизнените процеси, заменяйки го частично с токсични газове, което е крайно опасно. Ето защо, проблемът за замърсяването на околната среда е от особена жизнена значимост и актуалност.

Напоследък все по-мощно, като производство и приложение, се налагат дизеловите двигатели. В много страни, като ограничителна мярка, са въведени пределно допустими норми за съдържанието на токсичните вещества в отработилите газове, както на дизеловите, така и на бензиновите двигатели. Отделя се особено внимание за спазване на екологичните норми при производството на двигатели и на различните методи за минимизиране на токсичността на отработилите газове.

При експлоатацията на автомобилите, освен отработилите вредни газове съществуват и други, които са продукти от работата на двигателя. Такива са:

- картерните газове;
- токсичните компоненти, отделени при работата на спирателната система;
- изпаренията от акумулаторната батерия (при все още използвани по-стари производства);
- изпаренията от горивата при зареждане на автомобилите и др.

## 2. ИЗЛОЖЕНИЕ

### 2.1. Анализ на влиянието на вида и натоварването на двигателя върху концентрацията на токсичността на отработилите газове

Както по количество на отведените в околната среда вредни вещества, така и по специфичен обем, основен дял се пада на отработилите газове и за тяхното намаляване се отделя особено внимание.

Количествата на токсичните вещества в отработилите газове на бензинови двигатели е по-голямо от това на дизеловите двигатели ( Табл. 1 ) [4].

Таблица 1

#### Състав и количество на отработените вредни газове според вида на двигателя

Състав на отработилите газове	Количествено съдържание, обемни %		Вид
	при дизелови двигатели	при бензинови двигатели	
Азот	76 - 78	74 - 77	нетоксичен
Азотни оксиди	0,0002 - 0,5	0,0 - 0,8	токсичен
Кислород	2 - 18	0,3 - 8,0	нетоксичен
Вода	0,5 - 4,0	3,0 - 5,5	нетоксичен
Въглероден оксид	0,01 - 0,5	5,0 - 10,0	токсичен
Въглероден диоксид	1,0 - 10,0	5,0 - 12,0	нетоксичен
Въглеводороди	0,009 - 0,5	0,2 - 3,0	токсичен
Сажди	0,01 - 1,10 g/m <sup>3</sup>	0,0 - 0,04 g/m <sup>3</sup>	токсичен

Анализирайки посочените в таблица 2 данни свидетелстват, че основен вреден компонент в отработените газове на дизеловия двигател са азотните оксиди [2].

Таблица 2

#### Концентрация на компонентите на отработилите газове според натоварването на двигателя

Натоварване на двигателя, %	Степен на концентрацията	Концентрация на компонентите, обемни %			
		Алдехиди	O <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
0	средна	0,0126	0,04	0,8	0,7
50	средна	0,0084	0,13	0,46	2,7
100	средна	0,0294	0,23	1,12	3,5

Вторият по значимост газообразен вреден компонент е въглеродния оксид, делът на който в сумарния индекс на режима на празен ход на двигателя достига до 15–18%.

В режим на претоварване на дизеловия двигател делът на азотните оксиди в сумарния индекс спада до 80-85% за сметка на дела на CO и частично на алдехидите.

За разлика от въглеродния оксид и въгледородите, които се образуват и отделят при работа на двигателя на обогатени смеси,  $\text{NO}_x$  се образуват особено много при състав на гориво-въздушната смес, близък до стехиометричния -  $\alpha=1$ .

Необходимо условие за образуване на  $\text{NO}_x$  е наличието на висока температура в камерата на горене – по-висока от  $1600^\circ\text{C}$ . Количествата на  $\text{NO}_x$  при спадане на натоварването значително намаляват.

## 2.2. Намаляване на токсичността на отработилите газове

С цел значително намаляване на токсичността на отработилите газове в двигателите с вътрешно горене се използват различни методи, като:

- въздействие върху процеса на смесобразуване и изгаряне;
- повишаване на завихрянето на сместа в горивната камера;
- подобряване на впръскването на горивото;
- понижаване на максималната температура (получавана при работа на двигателя на преобогатена или преобеднена горивна смес);
- системи на електронно регулиране на ъгъла на предварение и състава на постъпващата в цилиндъра прясна гориво-въздушна смес (при бензинови двигатели) или пресен въздух (при дизелови двигатели);
- използване на различни видове камери на горене;
- използване на биогорива;
- рецикулация на отработилите газове и др.

Повишаването на завихрянето на работната смес, постъпваща в цилиндъра на двигателя, се осигурява чрез поставянето на спиралообразни пълнителни клапани или поставяне на специални отражатели, принуждаващи постъпващата смес да се ускори допълнително и да се получи завихряне на входа и след него на работната смес.

Подобряване на впръскването на гориво става чрез използването на специална дюза, придаваща тангенциално вихрово движение на постъпващата работна смес. Прилага се още и поставянето на два пълнителни клапана на цилиндър.

Понижаването на максималната температура се постига чрез използването на рецикулация на отработилите газове, които от изпускателните колектори се пренасочват в пълнителните (в количество около 10–15 % спрямо обема на свежия заряд) с цел намаляване на максималната температура на горене. Така се постига намаляване масата на свежия заряд. Това води до понижаване на получената температура от изгарянето на горивото поради размесването ѝ със смес от неутрални компоненти на горенето. Постигнатата по-ниска температура е в резултат от забавяне на реакциите на окисляване на горивото.

Системите за електронно регулиране коригират ъгъла на предварение и състава на работната смес чрез датчици. Те отчитат температурата на постъпващият въздух към цилиндрите на двигателя, температурата на охладителната течност, честотата на въртене на колянвия вал, разреждането в пълнителния колектор и др.

Събирайки и анализирайки тези данни електронната система оптимизира състава на работната смес, като целта на този метод е да се повлияе върху компонентите на отработилите газове, екологичните и мощностни показатели на двигателя.

Чрез използването на различни видове горивни камери се постигат добри резултати за намаляване токсичността на отработилите газове. Използват се неразделни горивни камери и допълнителна камера изпълнена към общата камера.

Напоследък като метод за намаляване токсичността на отработилите газове се популяризира използването на биогоривата и по-специално, на биодизела. Използването на алтернативни горива е техническо решение, водещо до минимизиране на състава на токсичните компоненти на отработилите газове.

### 2.3. Използване на възобновяеми източници на енергия

Европейският парламент създаде директива за насърчаване използването на възобновяеми източници на енергия и по-точно за използването им като горива в транспорта. Тази стъпка е част от поредица действия, насочени към спазване на целите, установени в протокола от Киото (България се присъедини към този протокол през 1997 г.), което в по-дългосрочен план би трябвало да допринесе за гарантиране на доставките на енергия (ЕС 2003 г.) [1].

Основните аргументи, които поддържат идеята за разпространение на употребата на биодизел са:

- опазване на околната среда;
- перспективи за социални придобивки;
- по-ниска себестойност на полученото гориво.

При по-нататъшното наблюдение на ефекта от употребата на биодизела се отчита и влиянието на азотните оксиди върху човешкото здраве. Количеството на NO<sub>x</sub> в емисиите на отработилите газове достига до 75% [3]. Тези емисии се образуват от високата температура в горивната камера на двигателя и представляват опасност за здравето, тъй като реагират с кислорода и образуват азотен диоксид (NO<sub>2</sub>) - газ с характерна миризма и дразнещо действие. Той е силно токсичен и уврежда очите, носа и като цяло, дихателната система на човека.

В таблица 3 е показана зависимостта между емисиите на отработилите газове на двигателите с вътрешно горене и плътността на дизеловото гориво [1].

Таблица 3

#### Емисии на отработилите вредни газове според плътността на дизелово гориво

Показател		СО	НС	NO <sub>x</sub>	ФМЧ
Плътност	*	-17.1 %	-18.9 %	+1.4 %	-19.4 %
855 - > 828 kg/m <sup>3</sup>	**	+ 5.0 %	+14.3 %	- 3.6 %	-1.6 %
<b>Забележка:</b>					
* ECE R40 + EUDC – (изпитателен цикъл с измерване на емисиите при всички режими и максимална скорост от 120 km/h;					
** Директива 88/77/ЕЕС – само при EUDC (прилага се 13-режимен изпитвателен цикъл ( <i>Directive 2006/38/EC amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures, OJ L157, 09.06.2006</i> ) [1].					

По показаните резултати могат да се направят следните изводи:

- Когато плътността на горивото намалява и двигателят работи при умерени режими на работа се наблюдава и значително намаляване на изхвърляните емисии от въглероден оксид (СО), въглеродороди (НС), фини механични частици (ФМЧ) – работа на двигателя по ECE R40 + EUDC цикъл. Същевременно азотните оксиди леко нарастват.

- При работа на двигателя при по-натоварен режим (EUDC - извънградски цикъл), снижаването на плътността на горивото показва леко намаление на емисиите от азотни оксиди. Същевременно емисиите на СО и НС се увеличават.

## 2.4. Начини за намаляване на азотните оксиди

Един от начините за намаляване количествата на  $\text{NO}_x$ , е повторно използване на част от отработилите газове, насочвайки ги обратно към цилиндъра на двигателя – процес на рецикулация. Системата за рецикулация на отработилите газове (EGR) се използва отдавна в двигателите с вътрешно горене.

EGR намалява „твърдата“ работа на дизеловия двигател, както и разхода на гориво [3]. Това води до нарастване на ефективността от работата на двигателя.

Използвана при бензиновия двигател EGR намалява детонационното горене.

## 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на различни методи за минимизиране на токсичността на отработилите газове позволява значително намаляване на изхвърляните вредни емисии от двигателите с вътрешно горене.

Токсичността на двигателите влияе, както върху избора на гориво, така и върху неговия разход. Ето защо често е целесъобразно комбинирането на два и повече от посочените методи, които приложени съвместно или в определена последователност дават много добри резултати.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Directive 2006/38/EC amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures, OJ L157, 09.06.2006.
- [2] Варшавский И.Л. Как обевредить отработавшие газы автомобиля. Москва, изд. "Транспорт", 1968.
- [3] *Вырубов Д.Н. и др.* Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Москва, Изд. "Машиностроение", 1983.
- [4] *Гутаревич Ю.Ф.* Снижение токсичности выбросов при эксплуатации автомобиля. Киев, Изд. "Техника", 1981.

### **За контакти:**

гл. ас. инж. Петър П. Казаков, Тракийски университет – Стара Загора,  
Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол, тел. 0878-404-499,  
e-mail: [peter\\_yb@abv.bg](mailto:peter_yb@abv.bg).

**Докладът е рецензиран.**