



ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА КИСЛОРОДНИТЕ ДАТЧИЦИ ВЪРХУ ВРЕДНИТЕ ЕМИСИИ ОТ ИЗГОРЕЛИТЕ ГАЗОВЕ

Иван Петров
ivanpetrov60@abv.bg

ВТУ "Тодор Каблешков"
София, 1574, ул. "Гео Милев" 158,
БЪЛГАРИЯ

***Ключови думи:** транспорт, локомотиви, енергетика, електроснабдяване и др.*

***Резюме:** В доклада са разгледани датчици свързани с контрола за намаляване на вредните емисии в околната среда. Разработен е стенд за изпитване на кислородни датчици и са снети характеристики за определяне на техните параметри. Той може да послужи при определяне на характеристики на кислородни датчици при работа с брауново гориво.*

1. Въведение

Съвременните изисквания на закона за опазване на околната среда, производителите на транспортни средства са длъжни да поддържат в определени норми вредните емисии на изгорелите газове. Транспортът допринася за влошаване качеството на въздуха чрез емисиите от превозните средства. Лошото качество на въздуха води до здравословни проблеми като например дихателни и сърдечно-съдови заболявания. За да се запази качеството на въздуха, превозните средства трябва да отговарят на определени стандарти за вредни емисии, преди да бъдат одобрени за продажба в Европейския съюз. Те спомагат да се постигне значително намаляване на замърсяването на въздуха от леки автомобили, например, като задължи производителите на автомобили да монтират катализаторни филтри на изпускателните тръби. Намаляване на емисиите от превозни средства е част от по-голяма стратегия за справяне с негативните здравни и екологични последици. Във връзка с намаляване на вредните емисии всички съвременни транспортни средства са снабдени с три пътни каталитични неутрализатори на изгорелите газове. Каталитичният неутрализатор (катализатора) на изгорелите газове преобразува вредните изгорели газове в такива, които не нанасят вреда на околната среда. За да работи катализаторът, трябва точно да се регулира съотношението на въздушно-горивната смес. За регулиране на това съотношение се използват датчици за кислород, т. нар. ламбда сонди. Те постоянно следят състава на изходящите газове.

2. Принцип на действие на датчици за измерване на количеството кислород

Работата на двигателите с вътрешно горене се определя, в зависимост от съвършенството на смесобразуването, от начина на възпламеняване на горивната смес, от начина на регулиране на мощността (качествено или количествено), от режима на работа и от условията за протичане на горенето. Действително използваното

количество въздух може да е по-голямо, равно или по-малко от теоретично необходимото за пълното изгаряне на 1 кг гориво.

Отношението на действителното количество въздух, участващо при изгарянето на 1 кг гориво, към теоретично необходимото се нарича въздушно отношение λ :

$$(1.1) \quad \lambda = \frac{L}{L_0}, \text{ където:}$$

L - действителното количество въздух, участващо при изгарянето на 1 кг течно или 1 мол газообразно гориво;

L_0 –теоретично количество въздух.

По такъв начин въздушното отношение ланда λ за стехиометричните реакции на горенето е равно на единица, тъй като $L = L_0$. Горивната смес при $\lambda = 1$ се нарича нормална или стехиометрична. Когато $L > L_0$, т. е. $\lambda > 1$, горивната смес се нарича бедна, а когато $L < L_0$, т. е. $\lambda < 1$, сместа се нарича богата.

В карбураторните двигатели и в двигателите с впръскване на бензина в пълнителният тръбопровод или в цилиндъра през процеса на пълнене при средни натоварвания най-икономично изгаряне на горивото се постига при горивни смеси с $\lambda = 1,1 \div 1,3$. При частични натоварвания и празен ход на двигателя вследствие на влошеното смесообразуване и влошените условия на възпламеняване, тези двигатели работят устойчиво само при обогатени смеси. Бензиновите двигатели развиват максималната си мощност при обогатена смес с $\lambda = 0,85 \div 0,9$, т. е. при определена химична непълнота на горенето.

Дизеловите двигатели поради по-несъвършеното си смесообразуване работят на всички режими с $\lambda > 1$. При пълно натоварване на тези двигатели $\lambda = 1,25 \div 1,4$, а за частични натоварвания и празен ход $\lambda > 5$

За различните двигатели въздушното отношение при номиналния режим на работа са както следва:

- Бензинови – $\lambda = 0,85 \div 0,9$;
- бързоходни дизелови – $\lambda = 1,25 \div 1,6$;
- бавноходни (стабилни и корабни) дизелови – $\lambda = 1,7 \div 2,0$;
- газове – $\lambda = 1$.

Ефективна работа на автомобили с катализатор е с много тесен диапазон, а именно: $\lambda = 1 \pm 0,01$. Обезпечаването на такава точност е възможно само с помощта на система на впръскване на горивото с електронно управление и обратна връзка с Ламбда-сонда. Излишъка на въздух в сместа се определя по остатъчното количество кислород в изгорелите газове. За това и Ламбда-сондата е поставена на изпускателният колектор преди катализатора. Сигналят от датчика се отчита от електронния блок за управление на впръскването на горивото (ECU), а той на свой ред оптимизира сместа, променяйки количеството на впръснатото гориво. Пълно изгаряне и номинална мощност се получава при ланда $\lambda = 1.0$ и се контролира ефективността на работата на катализатора.

Ламбда-сондата действа на принципа на галваничния елемент с твърд електролит във вид на керамика, изготвена например от циркониев диоксид (ZrO_2). Керамиката е легирана с итриев окис, а на повърхността ѝ е нанесена галванично пореста платина електроди. Един от електродите измерва изгорелите газове, а другия – въздух от атмосферата. Ефективното измерване на остатъчния кислород в отработените газове се извършва след нагряването на датчика до температура $300-400^\circ C$. При това условие циркониевият електролит става проводим, а разликата в наличието на кислород в атмосферата и отработените газове водят до наличие на изходно напрежение между електродите на Ламбда-сондата.

При пускане и загреването на студен двигател, управлението за впръскване на горивото се осъществява без участието на този датчик, а корекцията на гориво-въздушната смес се осъществява по сигналите от други датчици (положение на дроселна клапа, температура на охлаждаща течност, обороти на колянвия вал и др.)

Особеност на циркониевата Ламбда-сонда е тригерния ефект. Това означава, че малко отклонение на състава на сместа от идеалната ($0,97 \div 1,03$) води до резки изменения на изходното напрежение в интервал от 0,1V до 0,9V.

Функционално ламбда-сондата работи като превключвател и подава напрежение над праговото (0,45V) при ниско съдържание на кислород в изгорелите газове. При високо ниво на кислород датчикът намалява това прагово напрежение към ECU. При това важен параметър се явява скоростта на превключване на датчика. В повечето системи за впръскване на гориво, кислородния датчик има изходно напрежение от 40 до 100mV и 0.7-1V. Продължителността на фронта не трябва да е по-голяма от 120 mS.

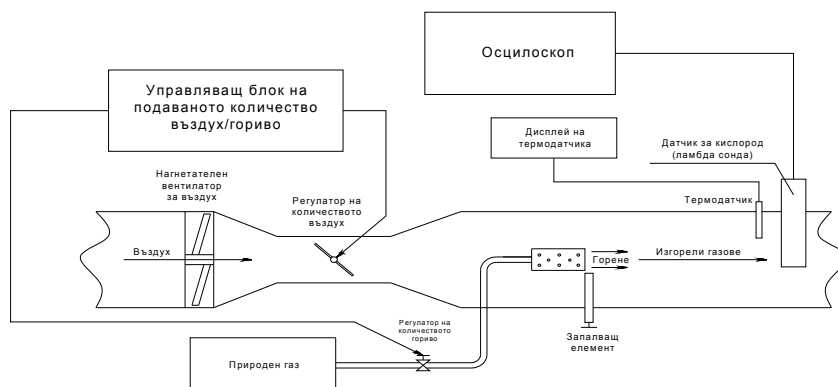
В практиката се използват и титаниево-диоксидни ламбда-сонди. Те не генерират напрежение, както циркониевия диоксид. Вместо това титаниевият диоксид изменя своето съпротивление в зависимост от концентрацията на кислород в изпускателните газове. При коефициент $\lambda = 1$ се получава рязко изменение на съпротивлението. Ако към елемента е приложено напрежение, изходното напрежение се изменя в съответствие с концентрацията на кислород в изпускателните газове. На титаниевият диоксид не е необходимо да се подава опорен (еталонен) въздух, както при циркониевия елемент, тъй като се различава по принципа на действие. За това титаниево-диоксидната сонда се отличава с по-малките си габаритни размери.

3. Изследване на характеристиките на датчици за измерване на количество кислород*

Изследване на характеристиките на датчици за измерване на количество кислород се извършва чрез стенд [1] за измерване на количеството кислород, който е показана на фиг.1. Работно състояние на стенда започва с регулирането на гориво-въздушната смес чрез управляващия блок. При промяна на съотношението гориво – въздух се променя напрежението, подавано от датчика за кислород към измервателен уред – осцилоскоп. По този начин се снимат характеристиките на датчика за кислород и могат да бъдат сравнени с данните, посочени от производителя.

За да проверим работата на стенда [2] изследваме кислороден датчик на стенда (фиг.2) и го сравняваме с данни от производителя (фиг.3). От графиките се вижда, че фигурите съвпадат и стенда може да се използва за контрол и диагностика на датчици за кислород.

Направените изследвания обхващат датчици с цирконий и титанов оксид. Характеристиките обхващат изходното напрежение и λ коефициент.



Фиг. 1 Схема на стенд за изпитване на характеристиките на датчици за измерване на количеството кислород.

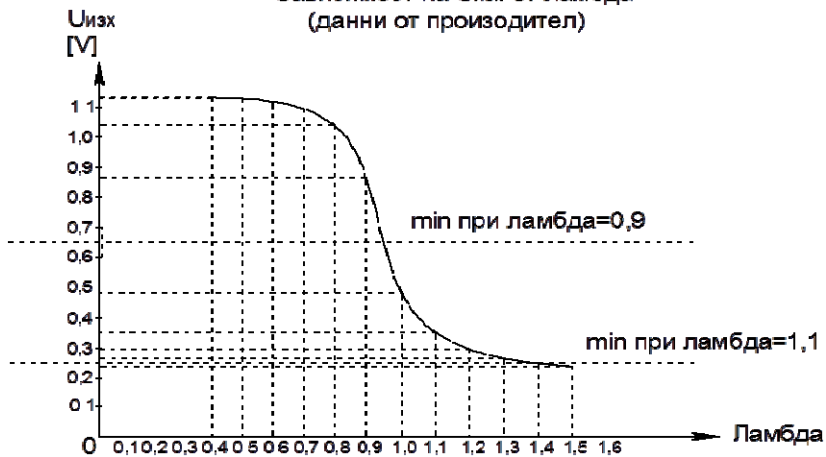
*Стенда и изследването на датчици за измерване на количество кислород е направено със съдействието на инж. Борислав Димитров

Зависимост на $U_{изх}$ от ламбда
(отчетено от стенд за изпитване)

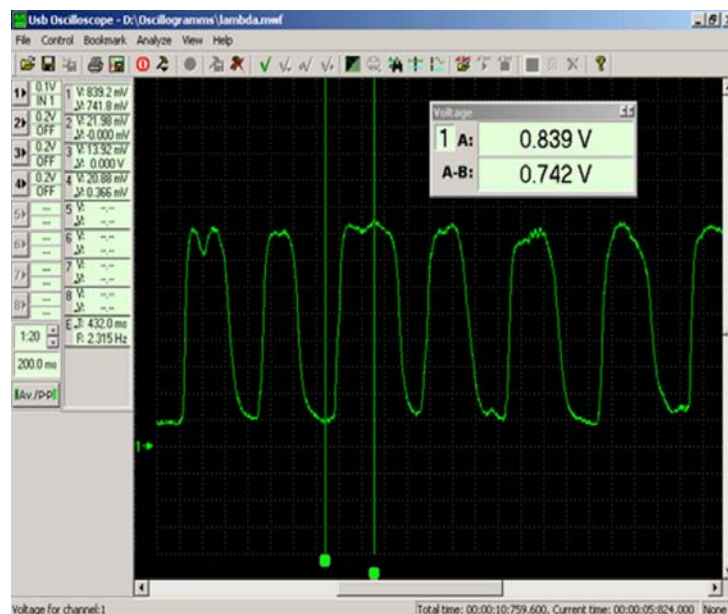


Фиг. 2. Характеристика на кислороден датчик BOSCH (цирконий оксид) - от стенда

Зависимост на $U_{изх}$ от ламбда
(данни от производител)



Фиг 3. Характеристика на BOSCH (цирконий оксид) – от производителя



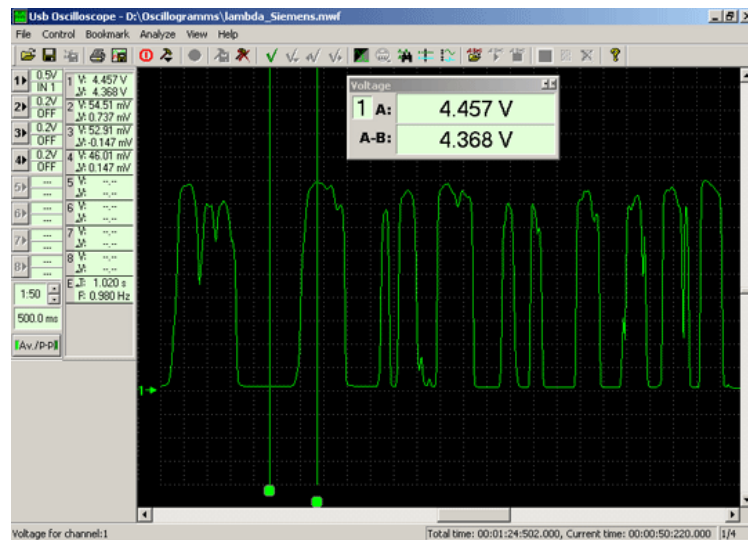
Фиг. 4. Осцилограма на изходното напрежение на ламбда-сонида BOSCH (цирконий оксид)

На фиг 4 е изследван кислороден датчик с циркониев оксит. Ламбда-сондата генерира напрежение на изходния сигнал от 40 до 100mV до 0,7-1,0V. Променливото изходното напрежение на сондата ламбда достига ~ 950mV.

Осцилограма на фиг. 5 показва изходното напрежение на SIEMENS ламбда-сонди (на базата на титанов диоксид), където:

A - стойността на напрежението. В този случай, максимално напрежение на изхода на ламбда сондата е ~ 4,5 V;

AB - разлика в стойността на напрежението. В този случай, съответства на размера на изходния сигнал напрежение на сондата е около 4,4 V.



Фиг. 5. Осцилограма на изходното напрежение на ламбда-сонда SIEMENS (титанов оксид)

5. Резултати от изследването.

От направените анализи и изследвания е видно, че за намаляване на вредните емисии, отделяни от двигателите с вътрешно горене изключително важна роля играе контрола на датчиците за измерване на количество кислород в изгорелите газове. Когато те функционират нормално изгарянето е пълно и катализаторите, с които са оборудвани съвременните двигатели изпълняват своята роля. По този начин се спомага за опазване на околната среда и намаляване на вредния ефект от горенето. Това е особено важно при постоянно нарастващия брой на транспортни средства с двигатели с вътрешно горене.

С цел повишаване качеството на горене, както и в отговор на постоянно повишаващите се екологични изисквания към двигателите, тенденцията е да се контролира изгарянето на повече точки по пътя на изгорелите газове. Ето защо в последно време на автомобилите се монтират кислородни датчици както преди катализаторите, така и след тях.

Изработеният стенд позволява да са изследват кислородни датчици при работа освен с двигатели с вътрешно горене и такива с брауново гориво.

Литература

[1] Чарлс Уайт. Система за свързване на електронен блок и таблици с параметри. Консулт-Лазаров. София. 2008 г.

[2] Явор Исаев, Георги Павлов, Мартина Тончева, Любомир Секулов. Проектиране и изграждане на стенд за изследване на трифазни DC/AC инвертори. VII

Научна Конференция Еф 2015 в Почивна база на Техническия университет-София, гр. Созопол, 2015 г.

STUDY OF INFLUENCE OXYGEN SENSORS ON HARMFUL EXHAUST EMISSIONS

Ivan Petrov

ivanpetrov60@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str
BULGARIA*

Key words: *transportation, locomotives, energy, electricity and others.*

Abstract: *The report examined sensors associated with the control to reduce harmful emissions into the environment. Developed test bench oxygen sensors and characteristics were taken to determine their parameters. It can be used in determining the characteristics of the oxygen sensor when using Brownian fuel.*