

CONTENT OF NITROGEN OXIDES IN THE EXHAUST GASES OF A DIESEL CAR IN REAL OPERATING CONDITIONS¹²

Assoc. Prof. Trifon Uzuntonev, PhD

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna, Bulgaria
Tel.: +359 88 31 37 91
E-mail: uzuntonev_trifon@abv.bg

Master Engineer Preslav Dimitrov,

PhD student at the Department of Transport Engineering and Technology, Technical University of Varna,
Tel.: 0897201718
E-mail: dimitrovess@abv.bg

Abstract: *The conditions under which the emission of toxic components in the exhaust gases of cars is determined differ from the actual operating modes. The most significant are the differences in the dynamics of the acceleration processes, the temperature state of the engine and the parameters of the environment. This gives grounds for expected differences between the values declared by the respective eco-standard and the actual levels, in the direction of their actual increase. The purpose of the research is to determine the content of nitrogen oxides in the exhaust gases of a diesel car under slowly changing operating conditions close to those of the EURO eco-standard and artificially simulated conditions of extreme acceleration process. The experiments were performed for different diesel cars, with different levels of exhaust gas cleaning in accordance with the eco-standards to which they meet. Conclusions are made about the high level of neutralization of nitrogen oxides in the exhaust gases of vehicles with catalytic reduction, meeting the highest requirements of the standard EURO 6D - TEMP*

Keywords: *Nitrogen oxides, Toxic components, Exhaust gases, Diesel car, Eco-standard, Standard EURO 6D - TEMP*

ВЪВЕДЕНИЕ

Азотните окиси са основен елемент в микса от токсични компоненти, отделяни в отработилите газове на двигателите с вътрешно горене в резултат на процеса горене. Тяхното количество е регламентирано съгласно действащите екостандарты към датата на производство на съответния автомобил. Актуалният стандарт EURO 6 претърпява различни изменения и допълнения под формата на Euro 6B, 6C, 6D-TEMP и в момента най-големият проблем на производителите е Euro 6D. Различията в последователните актуализации на стандарта Euro 6 се отнасят най-вече до промяна в методологията за тестване на състава на отработените газове. Досега повечето изследвания са правени в лабораторни условия, което понякога води до подценяване на действителните емисии на вредни газове. Стандартът Euro 6D въвежда изискване за измерване на емисиите при смесени WLTP цикъл, което означава необходимост от инсталиране на специални устройства в новите автомобили за наблюдение на изгарянето и изпускането на вредни газове в атмосферата. Целта на изследванията, в настоящата публикация е установяването на действителното количество на азотните окиси в отработилите газове на дизелов автомобил при реални условия на експлоатация и вариране с натоварването и ускоряването на превозното средство. Обект на първоначалните изследвания е 18-годишен автомобил напълно съвпадащ с официалната средна възраст на автомобилния парк в РБългария. Предположенията са за действително надвишаване на

¹² Докладът е представен на сесия на 29 октомври 2021 г. с оригинално заглавие на български език: СЪДЪРЖАНИЕ НА АЗОТНИ ОКСИ В ОТРАБОТИЛИТЕ ГАЗОВЕ НА ДИЗЕЛОВ АВТОМОБИЛ В РЕАЛНИ ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ

емисиите на този токсичен компонент при реална експлоатация, отличаваща се от стандартните условия за провеждане на теста.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Експериментална установка за отчитане на азотните окиси в реални условия

За провеждане на експерименталните изследвания е използван лек автомобил Skoda Octavia 1.9 TDI, отговарящ на изискванията на екостандарта EURO 3. По тази причина той има вграден сериен трикомпонентен катализатор, и няма приложени допълнителна система за каталична редукция на отработилите газове.

Измерването на азотните окиси е направено с измервателен уред SKZ1050-NOX, фиг.1, специализиран газ анализатор за азотни окиси със следните характеристики:

Принцип на откриване на NO_x- Електрохимичен

Метод за вземане на проби: Помпено засмукване

Дебит: 1л/мин

Режими на засмукване на помпата: 10

Регистратор на данни: Могат да се съхраняват 100 000 набора от данни, наличен интервал за съхранение, минимум 5S, който може да се преглежда

Обхват на измерване: 0-2000 ppm

Резолуция: 0.1PPM, 1PPM

Точност на измерването: 2% FS

Време за реакция: ≤ 10S

Повторяемост: ≤ ± 1%

Работна температура: -40 °C ~ 70 °C

Време за възстановяване: ≤ 10S

Грешка в линейността: ≤ ± 1%

Влажност: 0-95% RH

Степен на защита: IP66



Фиг.1 Уред за измерване на азотни окиси SKZ1050-NOX

За експерименталното отчитане на количеството азотни окиси в реални условия на движение на автомобила са разработени допълнителни захващащи приспособления, които дават възможност за монтиране на сондата непосредствено на изпускателната тръба и дистанционно отчитане на показанията. Това се осъществява с помощта на високо

температурен тefлонов тръбопровод, свързващ сондата с измервателния уред, намиращ се в тествания автомобил. На фиг.2 е показано допълнителното оборудване, улесняващо снемането на експерименталните резултати. На фиг.3 е представен експерименталния автомобил снабден с всички необходими приспособления за отчитане на азотните окиси в реални условия на движение.



Фиг.2 Елементи на допълнителното оборудване, позволяващи монтажа на сондата към изпускателната система на експерименталния автомобил.



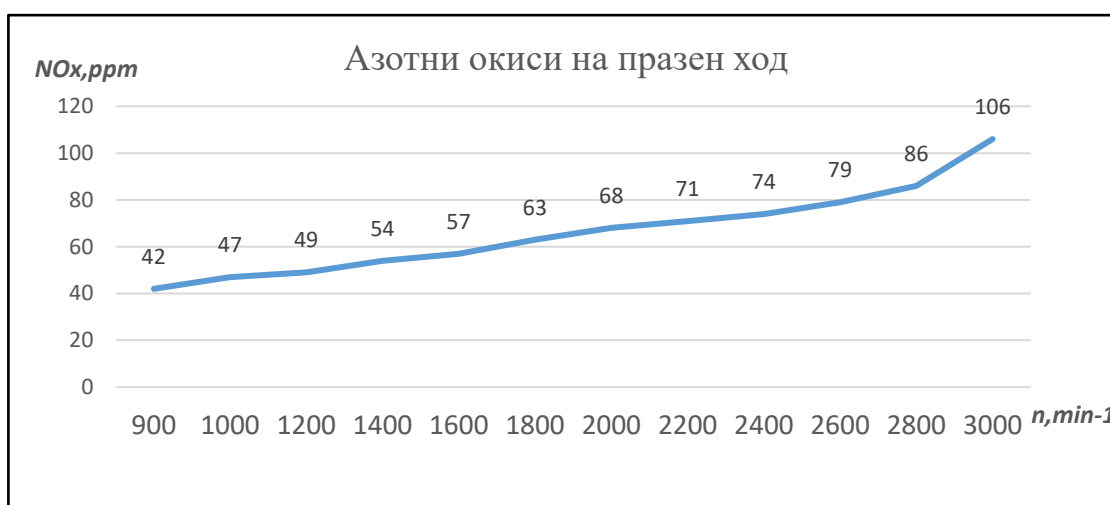
Фиг.3 Експерименталният автомобил с монтирана екипировка за дистанционно отчитане на азотните окиси по време на движение.

Изследване съдържанието на азотните окиси в реални условия при различни експлоатационни режими

Измерването на азотните окиси в реални условия е направено за различни режими на работа на автомобила. Най-важните експлоатационни фактори в режимното поле двигателя са честотата на въртене и натоварването. Към тях в случая задължително е прибавен факторът рязка промяна на натоварването, тъй като от предварителната информация за

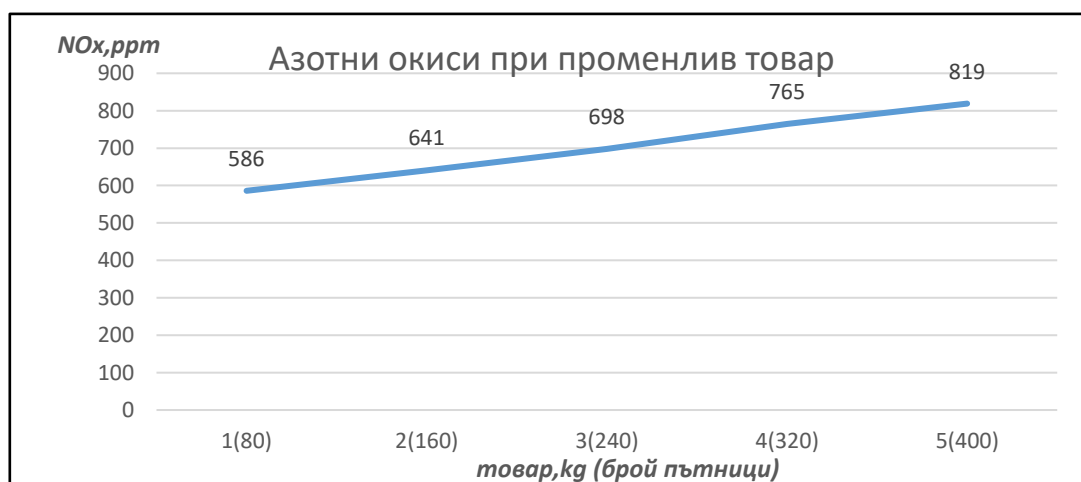
механизма на образуване на азотните окиси е известно, че именно в този случай са налице „най-благоприятните“ условия за образуване на този токсичен компонент. При провеждането на експерименталните изследвания във всички случаи се варира с единия фактор, а останалите имат постоянна стойност. След доказване на работоспособността на експерименталната установка е предвидено провеждането на многофакторен планиран експеримент за установяване на количествената връзка между входните фактори и изходния параметър (съдържанието на азотни окиси в отработилите газове).

На фиг.4 е показано изменението на съдържанието на азотни окиси в отработилите газове при различни честоти на въртене на празен ход. При дизеловия двигател това са режими, характеризиращи се с много бедни горивовъздушни смеси (излишък на кислород), но и много ниски температури на работния процес. Очаквано съдържанието на азотни окиси е ниско и слабо се повлиява от промяната на честота. Следователно този режим не може да бъде съществен критерий за оценка на актуалното екологично състояние на изследвания автомобил по отношение на този токсичен компонент.



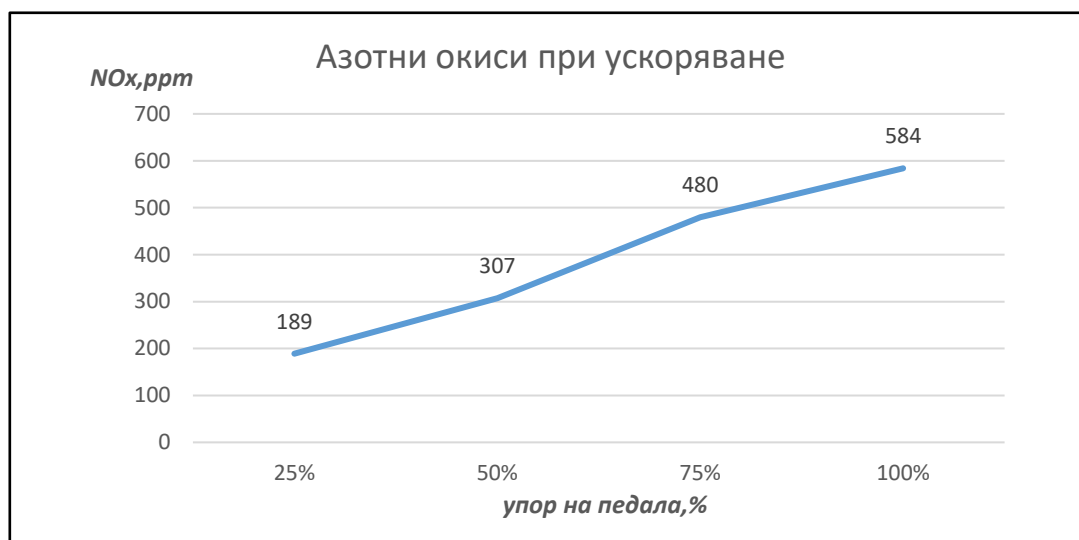
Фиг.4 Съдържание на азотни окиси при работа на празен ход

На фиг.5 е представено изменението на азотните окиси в зависимост от натоварването на автомобила. В този случай промяната на товара се извършва чрез добавяне на пасажери в автомобила с предполагаемо тегло от 80 кг. Видно е ,че този фактор оказва значително влияние върху регистрираното ниво на азотни окиси.



Фиг.5 Съдържание на азотни окиси при промяна на натоварването на автомобила

На фиг.6 може да се проследи влиянието на предполагаемо най-важния фактор върху количеството на азотни окиси в отработилите газове, а именно ускоряването на автомобила. Този фактор се изменя като се ограничава процентното натискана на педала за газ, като във всички случаи той се натиска рязко до упор. Неговото крайно положение се фиксира с помощта на променлив краен ограничител и диагностичен уред KTS който дава възможност за настройка от 25,50,75 и ускоряване без ограничител. В случая експериментите са проведени с постоянно натоварване, т.е. с един пътник.



Фиг. 6 Съдържание на азотни окиси при ускоряване на автомобила

Всички проведени експерименти в настоящата публикация имат характер на априорна оценка на влиянието на различните експлоатационни фактори върху количеството отделяни азотни окиси в реални експлоатационни условия. Те са подготовка към провеждането на мащабен планиран експеримент с цел установяване на тяхното комплексното влияние върху емисиите на този токсичен компонент.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Емисиите на азотни окиси в отработилите газове на дизелови автомобили без вградена система за каталитична редуция отговарят на екологичните норми на съответния стандарт само при стационарните условия на неговото приложение. В условията на реална експлоатация, характеризираща се с променливи натоварвания, резки ускорявания и променливи параметри на околната среда, количеството на този токсичен компонент надвишава пределните стойности на стандарта.

Емисиите на азотни окиси са пряка функция на термодинамичните параметри на работната среда в цилиндъра на двигателя. Високата температура и налягане са мощни катализатори за увеличаване на тяхното количество. При работа на двигателя на празен ход, независимо от честотата на въртене, количеството на азотните окиси е малко поради ниските параметри на работната среда. В този смисъл тяхното реално установяване при липса на натоварване е невъзможно. Това означава, че при провеждането на годишни технически прегледи на автомобилния парк не се прилага измерване на NO_x. Този факт не намалява негативното влияние на този токсичен компонент върху човешкото здраве.

REFERENCES

Barzev, K. and Stankov, E. Ecological problems of transport. Ruse, 2017,132-95, ISBN 978-954-712-722-7. (*Оригинално заглавие: Бързев, К. и Станков, Е. Екологични проблеми на транспорта. гр. Русе 2017, стр. 132, лит.95 ISBN 978-954-712-722-7.*)

Anton Karle, "Eletromobilitat-crrundlagen und Praxis". Leipzig, 2018, ISBN 978-3-446-45657-0, p.231

Daniel Schwarz "Regelung des Dieselmotors", Waltsburg, 2017 ISBN 978-3-658-21840-9 116-78.

<https://motofocus.bg>