

FRI-20.21-1-SITSTL-14

DETERMINING THE CAR'S OPERABILITY ACCORDING TO OPERATING PARAMETERS OF WORK¹

Assoc. Prof. Dimitar Grozev, PhD

Department of Transport,
"Angel Kanchev" University of Ruse
Phone: 082-888 231
E-mail: dgrozev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Ivan Beloev, PhD

Department of Transport,
"Angel Kanchev" University of Ruse
Phone: 082-888 231
E-mail: ibeloev@uni-ruse.bg

Nidal Sawalha

Cross the world EST.,
Phone: +962795944868
E-mail: fanmbanada@gmail.com

Abstract: Emissions of harmful exhaust gases depend on the operating conditions of the engine and its technical condition. Therefore, legislative activity is aimed at introducing new diagnostic and research procedures. The most common method is to use probes to sample multiple gases from the entire cross-section of the exhaust stream. The results of the measurements determine the changes in the concentration of harmful substances in the exhaust gases. In the coming years, one of the most serious human problems will be energy and environmental problems. The intensity of the negative impact of transport depends mainly on the number of vehicles. That is why many initiatives can be seen to minimize the negative impact of transport on the environment. One of the main ways of impact is the introduction of stricter limit values for toxic emissions from internal combustion engines. Current restrictions require a concerted effort by aircraft engine manufacturers to find new ways to reduce emissions of harmful compounds. When maintaining cars, the amount of exhaust gases can be used as a diagnostic parameter to determine their technical condition.

Keywords: Transport quality, Efficiency, harmful exhaust gases, Renewal, Maintaining, Machine reliability

ВЪВЕДЕНИЕ

Транспортът е отговарял за около една четвърт от общите емисии на парникови газове в ЕС през 2019 г. Близко 72% от емисиите в транспорта се дължат на сухопътния транспорт, показва доклад на Европейската агенция за околната среда. Като част от усилията на ЕС за намаляване на емисиите и постигане на нулеви нетни емисии до 2050 г. съгласно Европейския зелен пакт, ЕС иска да намали емисиите в транспорта с 90% до 2050 г. спрямо 1990 г. Транспортът е единственият сектор в ЕС, който е произвеждал повече парникови газове през 2019 г. в сравнение с 1990 г., като ръстът е 33,5%. С настоящите мерки прогнозите са, че спадът на емисиите до 2050 г. в този сектор ще бъде само с 22%, което е много под заявените амбиции.

Емисиите на въглероден диоксид от пътническия транспорт варират силно в зависимост от вида на превозното средство. Пътническите автомобили са основен замърсител, отговарящ за 60,6% от общите емисии от сухопътния транспорт в Европа. Проблемът до голяма степен идва от факта, че личните автомобили превозват малък брой хора. Ако всяка кола се ползваше от много хора, това щеше да бъде един от най-чистите

¹ Докладът е представен на научна сесия на 27 октомври 2023 в секция УИТСТЛ с оригинално заглавие на български език: ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТТА НА АВТОМОБИЛА ПО РАБОТНИ ПАРАМЕТРИ НА РАБОТА

видове транспорт. Средният брой пътници през 2018 г. е бил 1,6 души в кола. Затова се търсят други решения - споделяне на автомобили, преминаване към обществен транспорт, използване на велосипеди или ходене пеша.

Европейският съюз въвежда нови цели за емисиите от нови автомобили и микробуси. Новото законодателство изисква всички нови пътнически автомобили и лекотоварни търговски превозни средства на пазара след 2035 г. да не произвеждат емисии на въглероден диоксид. Към 2030 г. емисиите на CO₂ от новите леки автомобили трябва да намалее с 55%, а емисиите от микробусите – с 50%. Европейският парламент и Съветът постигнаха предварително споразумение по правилата през октомври 2022 г., след което Парламентът даде окончателно съгласие през февруари 2023 г.

Изследванията са направени върху бензинов двигател като са снети и анализирани множество характеристики. В резултат на направените експериментални изследвания, следва да се отбележи, че:

- При работата на ДВГ, концентрацията на CO в отработилите газове е почти 0%, което говори за максимална пълнота на горивния процес;

- При работа на двигателя с оптималните стойности, е установено повишаване на концентрацията на азотните оксиди;

- За максимална ефективност на горивния процес ъгълът на подаване на електрическата искра спрямо регулировките за бензин, трябва да се увеличи с от 10÷20° в зависимост от честотния режим на двигателя, което е вследствие на по-ниската скорост на горене на биометана в сравнение с бензина.

- Общите емисии CO₂ са драстично редуцирани в следствие използването на газово гориво. Също така и емисиите на неметановите въглеводороди се намаляват.

Нуждата от по-ефективен транспорт е еволюирала човечеството през хилядите години от конските впрягове до съвременните многотонни машини. Постоянно променящите се цени на петрола, екологичните норми водят до намирането на алтернативни горива.

Днес освен бензин и дизелово гориво, широко се използват газовите горива – втечен газ пропан-бутан (LPG) и сгъстен природен газ (CNG).

Опита се извършва директно чрез измерване пълната мощност на задвижващите колела и съпротивителните сили, което води до заключенията относно стойностите на външните показатели – мощност и въртящ момент. Загубата на мощност при използването на втечен газ Пропан-Бутан е в граници от 2 % до 18,5 %. Като по-големите стойности са при автомобили със система за подаване на газово гориво преди дроселовата клапа, а по-малките - при използване на система с впръскване на газово гориво в пълнителния колектор.

Загубата на въртящ момент при използването на втечен газ Пропан-Бутан е в граници от 0,55 % до 31,3 %. По-големите стойности са при автомобили със система за подаване на газово гориво преди дроселовата клапа, а по-малките при използване на система с впръскване на газово гориво в пълнителния колектор. Загубата на мощност при двата типа гориво са почти еднакви, поради това, че няма промяна в задвижващата система на автомобилите. По-големите стойности на мощността на системите с газово гориво се дължи на проблем или износване в бензиновата система. Някои от резултатите са от процентовата грешка на уреда.

В заключение може да се каже, че мощностните показатели на автомобилите, използващи изрядни системи за впръскване на бензин пред пълнителния клапан и системи за впръскване на втечен газ Пропан-Бутан в пълнителния колектор са с близки стойности (с до 6 %). Въпреки малкия спад на ефективна мощност, използването на системите за впръскване на газово гориво в пълнителния колектор е икономически целесъобразно, поради това, че разликата в цената на двете горива е два пъти.

През 2000 Европейският съюз въвежда ДИРЕКТИВА 2000/69/ЕО 16.11.2000 г. относно пределно допустимите стойности за бензен и въглероден оксид в атмосферата, като до 2010 г. емисиите на бензен във въздуха трябва да бъдат намалени до 0%. Обект на изследването е проверката състава и количеството въглеводороди в отработилите газове на случаен автомобил.

При всички изследвани режими на работа на двигателя измерените количества летливи органични съединения са извън допустимите норми. При работа на двигателя на празен ход се наблюдават големи количества летливи органични съединения в отработилите газове, отделени от ДВГ на автомобила, поради влошените условия на работа на двигателя с бензин и ВГПБ.

При работа на двигателя на празен ход концентрациите на n-пентан и ксилол в отработилите газове са с почти еднакви стойности, но при работата на двигателя с ВГПБ липсват бензол и толуол, което вследствие на различията на химичния състав на горивата. При скорост на движение на автомобила с 50 km/h липсва съединението ксилол в отработилите газове при използвано гориво ВГПБ, в сравнение с бензина. При скорост на движение на автомобила с 80 km/h се наблюдава само наличие на ксилол в отработилите газове, като при гориво ВГПБ концентрациите на ксилол са почти два пъти по-ниски.

В заключение проведените изследвания потвърждават, че използването на ВГПБ, като алтернативно гориво за работа на ДВГ води до значително намаляване на концентрациите на вредните емисии от излъчваните в атмосферата отработили газове. При регистриране на индикаторните диаграми на изпитвания двигател се използва електронна система за сбор на данни, в основата на която е използван аналогово-цифров преобразовател (АЦП), като по този начин се съкращава времето за последващата обработка на експерименталните данни. При използването на АЦП могат да възникнат апаратни смущения, характеризиращи се с големи и случайни отклонения на произволни места по изследваната крива. Те я правят непригодна за последващата математическа обработка включваща диференциране.

След като се запишат няколко характеристики, от тях трябва да се избере една представителна характеристика. Следващата обработка на тази представителна характеристика има за цел да се определи динамиката на топлоотделянето на изследвания ДВГ. Бензиновите двигатели се характеризират с висока неравномерност на работа от цикъл в цикъл, дължаща се на неравномерното разпределение на горивото по цилиндриите, от въздушното съпротивление в тях и т.н.. По стените на пълнителния колектор се образува пълзящ горивен слой, който води до различен състав на гориво-въздушната смес във всеки цилиндър. Нееднаквостта на състава на гориво – въздушната смес във всеки цилиндър води до това, че част от цилиндриите работят с богата гориво-въздушна смес и в отработилите газове се съдържа голяма концентрация на СО и СН, а друга част от цилиндриите работят с бедна гориво - въздушна смес, при което се увеличават азотните оксиди NOx.

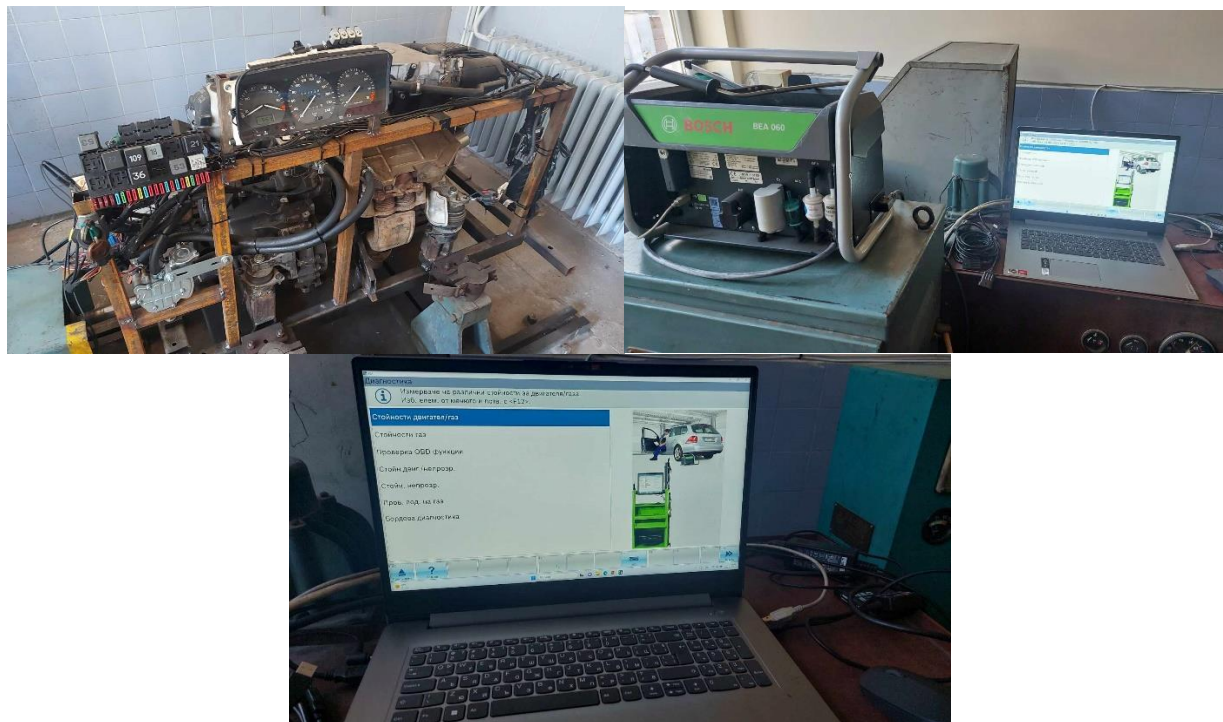
Чрез изложената методика, може бързо с помощта на компютър да се пресметнат ефективните, индикаторните и топлинни показатели на изпитвания двигател. Също така лесно могат да се определят и основни точки от индикаторната диаграма, необходими за анализирането на горивния процес протичащ в цилиндъра.

Неравномерността на работата на двигателя се влияе от нееднаквото разпределение на ГВС, зависещо както от вида на горивото (течно или газообразно) така и от компонентния състав на горивото. Влияние върху хомогенизирането на ГВС оказва и хидравличните загуби в пълнителната система. Други причини за получаване на различни максимални стойности на максималното налягане в цилиндъра са породени от различните стойности на енергията на запалителната искра, различният ъгъл на подаване на електрическата искра, различното температурно състояние на елементите в горивната камера на цилиндъра и др.

Чрез измерване изменението на налягането в цилиндъра по време на работа на двигателя, могат да се отчетат вариациите на максималното налягане при различните цикли. Цикловата неравномерност по време на горивния процес се получава в резултат на: нееднородността на постъпващата в цилиндъра смес, различното количество гориво въздушна смес постъпващо в цилиндъра при всеки цикъл, различното количество остатъчните газове за различните цикли които оказват влияние върху възпламеняването на гориво въздушната смес в това число и пропуски в запалването. Различните стойности на максималното налягане в цилиндъра при всеки цикъл са причина за вариране на мощностно-икономическите показатели на двигателя.

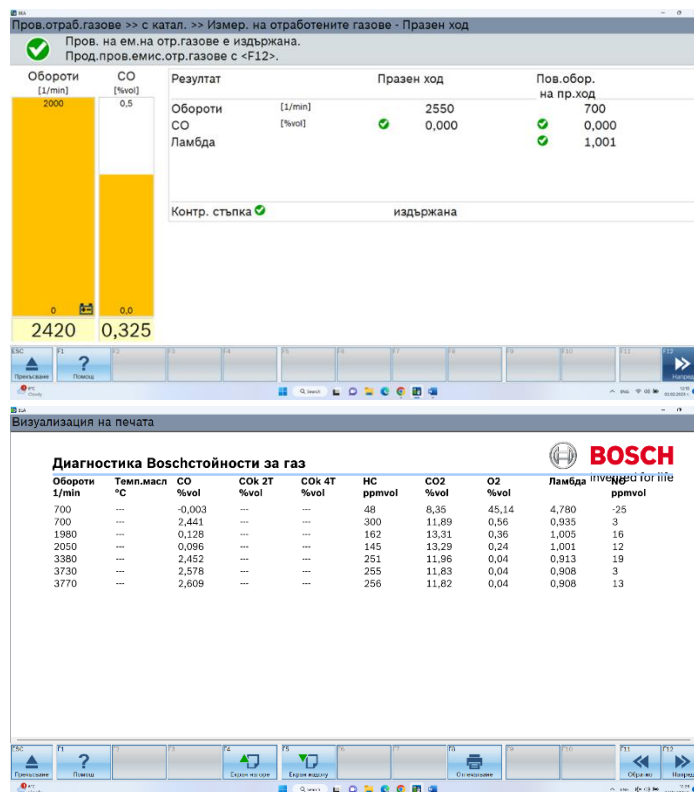
ИЗЛОЖЕНИЕ

За изследването е използван стенд към катедра „Транспорт“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“ (фиг. 1).

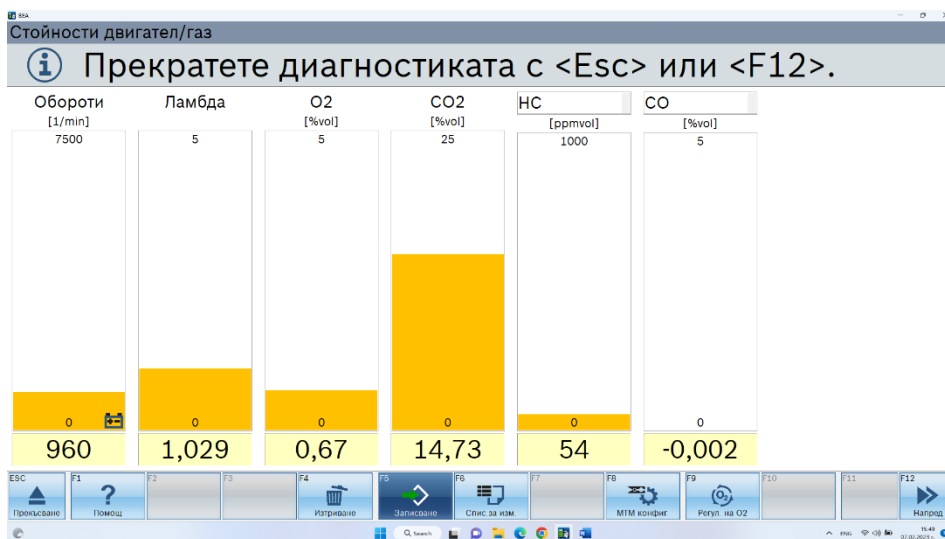


Фиг. 1 Стенд за изпитване режимите на работа на двигател с вътрешно горене и АГУ

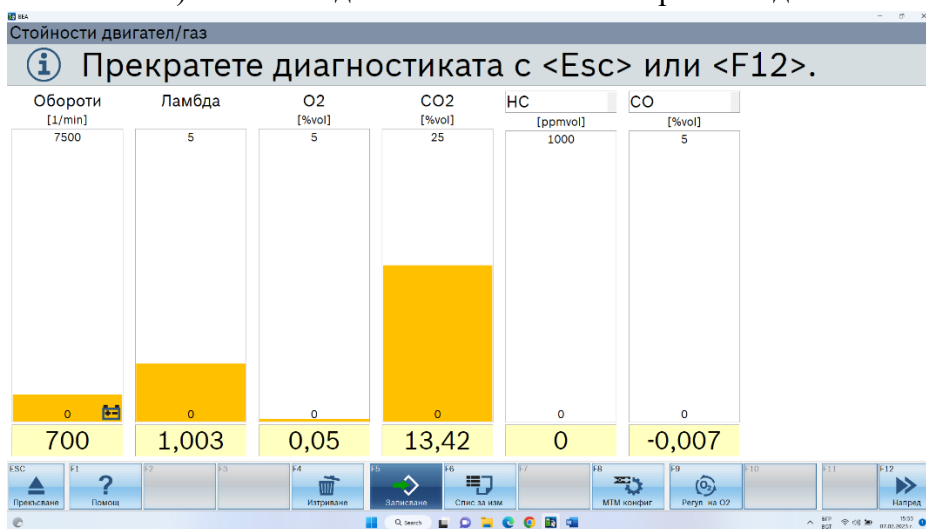
Получените резултати от направеното изследване са представени в графиките във фигури 2, 3 и 4.



Фиг. 2 Изгледи от работния прозорец на системата за събиране и обработка на данни

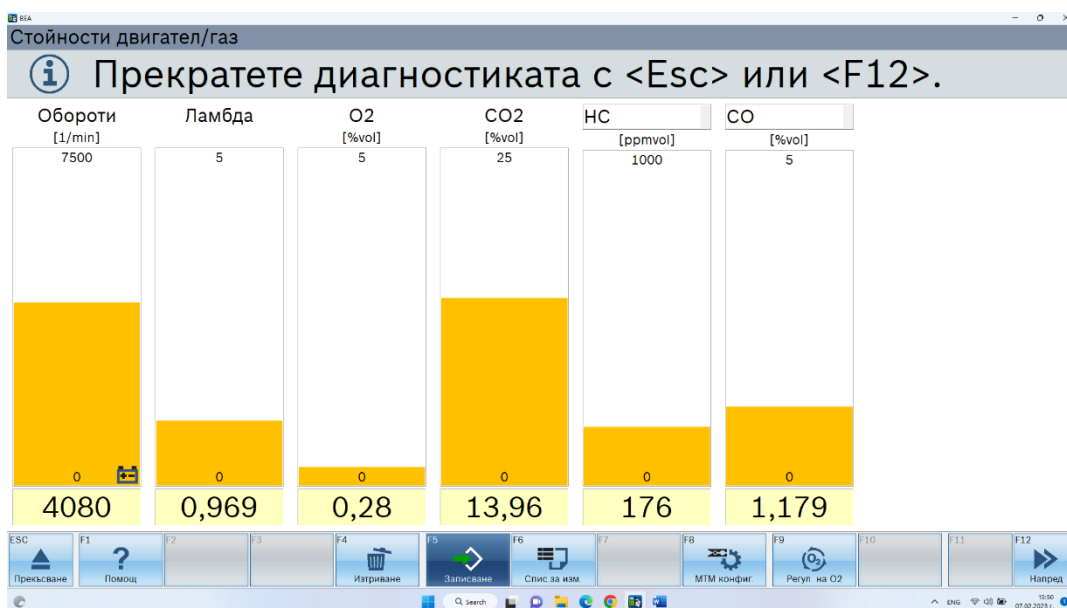


А) Работа на двигателя с бензин на празен ход



Б) Работа на двигателя с пропан бутан на празен ход

Фиг. 3 Измервания при празен ход съответно при работа с бензин и с пропан бутан



А) Работа на двигателя с бензин при 4000 min⁻¹



А) Работа на двигателя с пропан бутан при 4000 min^{-1}

Фиг. 4 Измервания при 4000 min^{-1} съответно при работа с бензин и с пропан бутан

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установено е, че при работа на пропан бутан катализаторът не успява да неутрализира напълно емисиите на HC и те имат стойност 18 ppm при средните честоти от $2500\text{--}3000 \text{ min}^{-1}$, както и количеството на NO, които са в количество 22 ppm , докато останалите стойности на измерваните показатели са в нормални граници.

Разходната норма за Дачия Логан, получена от реални изследвания показва, че реалните данни са по-големи от теоретичните и заводските с: 19% на бензин; 6% на пропан-бутан, което се дължи на експлоатационните условия при които са получени. Затова тези норми могат да бъдат използвани при пътуване с посочения автомобил.

Изграденият стенд дава възможност за провеждане на лабораторни упражнения от учебната програма на студент и идокторанти от Транспротен факултет.

REFERENCES

Monteiro T. C., Szpytko J.: Selected problems of control the urban transportsystem, Cape Verde case study/ Problemy sterowania systemem transportumiejskie o na prz kładzie W sp Zie one o Prz ądka Lo ist ka 4 4977–4983, 2015 (ISSN 1231-5478).

Monteiro T.C., Szpytko J.: Vehicles Emerging Technologies fromMaintenance Perspective. 3rd IFAC AMEST Workshop on MaintenanceTechnologies for Performance Enhancement, Biarritz, France, 19-21 October2016, Preprints, Edited by: ristos Emmanoui idis Benoît un MarcoMacc i and François Pérès FA FA -PapersOnLine, 49 (28), 67-72, 2016(ISSN 2405-8963, 2016)

Du X., Chen W.: Sequential Optimization and Reliability Assessment forProbabilistic Design. ASME Journal of Mechanical Design, 126 (2), 225-233, 2004..

Monteiro T.C., Szpytko J.: Electric fuel injection engine reliability problemsin developing countries, Cape Verde case study. Journal of KONES: Powertrain and Transport, 23 (4), 351–358, 2016 (ISSN 1231- 4005).

Denso Corporation: Service manual: Common Rail System (CRS). DieselInjection Pump, 2007.

Fedele L.: Methodologies and technics for advanced maintenance. Springer, London, 2011.

Smith R., Keith R. K.: Rules of thumb for maintenance and reliabilityengineers. Oxford, Butterworth-Heinemann, 2008.

Xiao N., Huang H-Z., Li Y., He L., Jin T.: Multiple failure modes analysis andweighted risk priority number evaluation in FMEA. Engineering FailureAnalysis, 18 (4), 1162-1170, 2011.