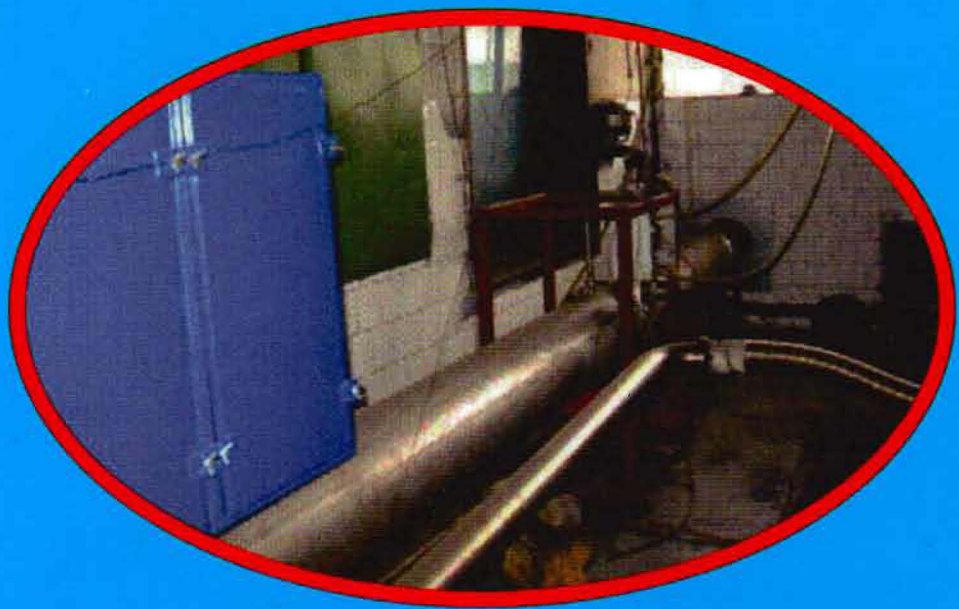


Velimir S. Petrović

**PROBLEMATIKA EMISIJE
ČESTIČNE MATERIJE U IZDUVNIM
GASOVIMA DIZEL MOTORA**

MONOGRAFIJA



Beograd, 2014.

dr Velimir Petrović, dipl.inž.

**PROBLEMATIKA EMISIJE ČESTIČNE MATERIJE U
IZDUVNIM GASOVIMA DIZEL MOTORA**

UDK 614.878:621.43.068

614.878:665.75

ISBN 978-86-918387-0-6

RECENZENTI

Prof. dr. Radivoje Pešić, Fakultet Inženjerskih Nauka, Kragujevac
cent dr. Aleksandar Davinić, Fakultet Inženjerskih Nauka, Kragujevac

IZDAVAČ

IMR Institut d.o.o., Beograd

Tehnička obrada i dizajn korica:

mr Djuro Borak, dipl.inž

Štampanje monografije su pomogli:

Ministrasvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Industrija motora Rakovica, Beograd

Gradevinsko Preduzeće "CRNOTRAVAC", Beograd

ŠTAMPA

Akademski štampa Zemun

Tiraž: 300 primeraka

S A D R Ź A J

PREDGOVOR

Apstrakt

Abstract

Pregled oznaka korišćenih u radu

1. UVOD

2. ZDRAVSTVENI EFEKTI EMISIJE ČESTICA DIZEL MOTORA

2.1. Akutna i kratkotrajna izlaganja čestičnom emisijom

2.2. Štetnost čestične materije na zdravlje

2.3. Koncentracija čestica

2.4. Hronična izlaganja

2.5. Kriterijumi istraživanja kancerogenosti

2.6. Kancerogeni procesi izazvani emisijom čestica

2.7. Uticaj organskih komponenti na kancerogena svojstva

2.8. Inflamatorni procesi

2.9. Uticaj fizičkih osobina čestica na opadanje zdravlja populacije

2.10. Nekancerogeni uticaji na zdravlje ljudi

3. POREKLO I OSOBINE ČESTICA DIZEL MOTORA

3.1. Nastanak čestica u dizel motoru

3.2. Mehanizam nastanka čestica u dizel motoru

3.3. Struktura čestica dizel motora

3.4. Uticaj izduvnog sistema i naknadnog tretmana izduvnog
na strukturu formiranih čestica

3.5. Osnovni parametri emisije finih čestica

3.6. Spektar veličine čestica

**4. OSNOVE ZAKONSKIH PROPISA O KONTROLI EMISIJE
MOTORA**

4.1. Emisija putničkih i lakih teretnih vozila

4.2. Emisija teških teretnih dizel motora

4.3. Emisija ne-drumskih vozila.

4.4. Kontrolni ciklusi pri merenju emisije motora

4.4.1. Evropski ciklus za ispitivanje lakih vozila

4.4.2. Evropski kontrolni ciklus za dizel motore teških vozila

4.4.2.1 Ciklus R49

Strana

vi

ix

xii

xv

1

13

13

15

18

19

20

21

23

23

24

24

26

26

28

33

35

37

40

42

42

46

51

54

54

57

58

4.4.4. Evropski stacionarni ciklus ESC	60
4.4.5. Evropski ciklus sa naglom promenom opterećenja ELR	62
4.4.6. Evropski ciklus sa prelaznim režimima	63
Svetska harmonizacija kontrole emisije teških vozila (WHDC)	65
Svetski ciklus za ne-drumske mobilne mašine (NRMM)	68
Svetska harmonizacija kontrole emisije lakih vozila (WLTP)	69
Kontrola emisije vozila u stvarnim uslovima vožnje	71

PARCIJALNI INSTRUMENTI ZA MERENJE PARAMETARA EMISIJE ČESTICA

Gravimetriske metode merenja mase emitovanih čestica	76
Instrumenti za karakterizaciju čestica prema veličini i broj	78
5.2.1. Merenje broja čestica	79
5.2.2. Instrumenti za određivanje raspodele veličine čestica	81
5.2.3. Merenje aktivne površine čestica	88
Sumarni pregled postojećih instrumenata	89
Prenosivi uređaji za merenje izduvne emisije vozila	90
Projekat EU: Prenosni emisijski merni sistemi – PEMS	98
Pomoćni sistemi neophodni za praćenje emisije čestica dizel motora	100

MEHANIČKI UZORKOVANJE EMISIJE ČESTICA I PARAMETRI KOJI UTIČU NA IZMERENU VREDNOST

Kondenzacija i nukleacija	105
Prenos toplote u izduvnoj cevi sistema i transfer vodu	107
Deponovanje čestica na aktivnim površinama sistema	109
6.3.1. Analiza gubitaka čestica usled termoforeze	111
Efekt mesta uzorkovanja u realnom vremenu	116
Efekat radnog režima	117
Efekat sastava goriva	121
Efekat primene merne metode	123
Ponovljivost i reproduktivnost merenja	126
Efekat primene otklanjanja lako isparljivih čestica	129
Efekat primene filtra čestica	130

OPŠTI METODOLOGIJA MERENJA EMISIJE ČESTICA

Merenje emisije čestica prema postojećim propisima	134
7.1.1. Sistemi razblaženja punog protoka	135
7.1.2. Sistem razblaživanja parcijalnog protoka	139
Priloga podataka merenja	143
Primer konstrukcije tunela punog protoka	144
7.4.1. Zahtevi i ograničenja	145
7.4.2. Usvajanje koncepta konstrukcije	145
7.4.3. Tunel punog protoka sa venturi mlaznicom	147

7.4.4. Venturi kritičnog strujanja	150
7.4.5. Proračun kritičnog strujanja venturi mlaznice	152
7.4.6. Zaključak u vezi konstrukcije tunela punog protoka	156
7.5. Metodologija merenja brojne koncentracije čestica	157
7.5.1. Merenje emisije čestica projektu „PARTICULATES“	158
7.5.2. Instalacija merenja emisije čestica u projektu „PMP“	160
7.5.3. Predlog metodologije merenja emisije finih čestica PMP/GRPE	161
7.5.4. Instalacija LAT za merenje emisije čestica u projektu PMP	162
7.5.4.1. CVS tunel puno protoka	163
7.5.4.2. Merna procedura za određivanje mase čestične materije	164
7.5.4.3. Sistem za određivanje brojne koncentracije čestica	164
7.5.4.3.1. „Zlatni“ sistem za merenje čestica	165
7.5.4.3.2. Uporedna laboratorijska merna oprema	166
7.5.5. Priprema merne instalacije i procedura merenja	167
7.5.5.1. Efikasnost filtera CVS sistema za uklanjanje ambijentalne koncentracije	168
7.5.5.2. Početne provere Zlatnog mernog sistema	169
7.5.5.3. Verifikacija merne opreme, priprema i procedura ispitivanja	170

8. REZULTATI MERENJA EMISIJE ČESTICA DIZEL MOTORA

8.1. Protokol i plan ispitivanja emisije finih čestica	172
8.2. Dobijeni rezultati emisije vozila Au-DV1	173
8.3. Rezultati ciklusne emisije broja čestica	175
8.3. Merenja u realnom vremenu	177
8.4. Merenja pri visokoj ambijentalnoj koncentraciji čestica	180
8.5. Merenje emisije vozila DV2	182
8.6. Analiza dobijenih rezultata merenja	184
8.7. Ponovljivost i reproduktivnost rezultata merenja emisije čestica	186
8.8. Emisija čestica motora različitih tehnologija	188
8.9. Korelacija između izmerene masene i brojne koncentracije čestica	190
8.10. Evaluacija i eksperimentalno izvođenje PMP programa za teška vozila	191

9. ZAKLJUČAK

10. LITERATURA

195

199