

Peter LENĎÁK, Zdenko TKÁČ, Juraj JABLONICKÝ

NÁVRH METODIKY VÝKONU EMISNÝCH KONTROL PRE
VOZIDLÁ SO ZÁŽIHOVÝM MOTOROM A ZDOKONALENÝM
EMISNÝM SYSTÉMOM

Nitra 2015

Názov: Návrh metodiky výkonu emisných kontrol pre vozidlá so zážihovým motorom a zdokonaleným emisným systémom

Autori: Ing. Peter Lend'ák, PhD. (3,94 AH)
S-EKA spol. s r. o., Nitra
prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD. (2,95 AH)
Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Ing. Juraj Jablonický, PhD. (2,95 AH)
Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Recenzenti: prof. Ing. Dušan Hrubý, PhD.
prof. Ing. Anton Žikla, CSc.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 10. 4. 2015 ako vedeckú monografiu.

© Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre v spolupráci s firmou S-EKA spol. s r. o., poverenou organizáciou pre emisné kontroly cestných motorových vozidiel.

ISBN 978-80-552-1319-4

Publikácia vznikla s podporou Európskeho spoločenstva v rámci projektu:
Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“, projekt číslo 26220220180.

Obsah

Zoznam skratiek a značiek.....	10
Slovník termínov	12
Úvod.....	13
1 Životné prostredie a spaľovací motor	16
2 Prehľad plynov vznikajúcich pri spaľovaní a vlastnosti výfukových plynov	17
3 Vznik emisií v spaľovacom motore	21
3.1 Oxid uhoľnatý - CO.....	22
3.2 Nespálené uhľovodíky - HC.....	22
3.3 Oxidy dusíka NO_x.....	22
3.4 Oxid siričitý SO₂	23
3.5 Pevné častice PM	23
4 Zážihový spaľovací motor	23
4.1 Príprava zmesi	24
4.2 Priebeh spaľovania v zážihovom motore	29
4.2.1 Činitele ovplyvňujúce priebeh spaľovania v zážihových motoroch	31
4.3 Palivová sústava zážihových motorov.....	37
4.3.1 Vstrekovanie benzínu.....	38
4.3.2 Časti systému vstrekovania paliva v zážihových motoroch.....	39
4.3.3 Nepriame vstrekovanie benzínu.....	39
4.3.3.1 Jednobodové vstrekovanie SPI	40
4.3.3.2 Viacbodové vstrekovanie MPI.....	40
4.3.4 Priame vstrekovanie benzínu (GDI, D4, IDE, HPI, FSI...)	42
4.4 Systémy prípravy zmesi	44

4.4.1	Mechanický vstrekovací systém.....	45
4.4.2	Mechanicko – elektronický vstrekovací systém.....	46
4.4.3	Elektronický vstrekovací systém.....	47
4.4.4	Elektronicky riadený systém vstrekovania benzínu L – Jetronic	47
5	Zapaľovanie.....	50
5.1	Okamih zážihu	50
5.2	Zapálenie zmesi - zážih.....	51
5.3	Parametre zapaľovania.....	52
5.3.1	Geometria zapaľovania	52
5.4	Predstih zážihu a jeho regulácia.....	54
5.5	Vplyv zapaľovania na emisie škodlivých plynov	55
6	Korekcia prevádzkových stavov	56
6.1	Regulácia systému prípravy zmesi na základe zloženia výfukových plynov	56
6.2	Regulačný obvod systému prípravy zmesi	58
6.2.1	Princíp činnosti λ - regulácie	59
6.2.2	Dvojbodová lambda regulácia.....	60
6.2.3	Spojité lambda regulácia	62
6.2.4	Lambda regulácia pri priamom vstrekaní.....	62
7	Znižovanie podielu škodlivín vo výfukových plynach	63
7.1	Možnosti znižovania podielu škodlivín vo výfukových plynach.....	64
7.1.1	Technické možnosti na motore	65
7.1.2	Recirkulácia výfukových plynov	65
7.1.3	Regulácia detonačného spaľovania („klepania“)	66

7.1.4	Dodatočná úprava výfukových plynov	68
7.1.5	Katalytický konvertor s neriadeným systémom prípravy zmesi – neriadený katalyzátor	69
7.1.6	Katalytický konvertor s riadeným systémom prípravy zmesi – riadený katalyzátor	70
7.1.7	Zásobníkový katalyzátor NOx	72
7.1.8	Systém sekundárneho vzduchu	74
8	Meranie zloženia výfukových plynov	75
8.1	Spôsoby sledovania emisného stavu spaľovacieho motora motorového vozidla.....	75
8.1.1	Meranie pod záťažou.....	76
8.1.2	Meranie bez záťaže	77
8.1.3	Spôsoby sledovania emisného stavu spaľovacieho motora v prevádzke	77
9	Palubné diagnostické systémy	79
9.1	MI indikátor OBD	80
9.2	Systém palubnej diagnostiky vozidla - OBD	80
9.2.1	Komunikácia so systémom OBD	82
9.2.2	Spôsob nadviazania komunikácie	82
9.2.3	Typy porúch v systémoch monitorovaných systémom OBD.....	85
9.3	EOBD – European On Board Diagnostic	86
9.3.1	Funkcie motora monitorované systémom EOBD	86
9.3.2	Readinesscode	87
10	Technologické vybavenie pracoviska pre sledovanie emisného stavu motorového vozidla.....	90

10.1 Analyzátory výfukových plynov	91
10.1.1 Princíp činnosti analyzátora výfukových plynov	92
10.1.1.1 Metrologické požiadavky na analyzátory	94
10.1.1.2 Kalibrácia prístroja	94
10.1.2 Otáčkomery	95
10.1.2.1 Metrologické požiadavky na otáčkomery	97
10.1.3 Teplomery	97
10.1.3.1 Metrologické požiadavky na teplomery	98
11 Legislatíva obmedzujúca tvorbu emisií	99
11.1 Globálny legislatívny rámec	99
11.2 Legislatíva Európskej únie	102
11.3 Legislatíva Slovenskej republiky	102
12 Metodika návrhu výkonu emisnej kontroly	103
12.1 Analýza existujúceho metodického postupu emisnej kontroly motorového vozidla.....	104
12.2 Návrh inovovanej metódy kontroly emisného stavu motora	104
12.3 Návrh optimalizácie metódy výkonu emisnej kontroly	105
12.4 Návrh metodiky výkonu emisnej kontroly	105
12.5 Návrh technického a technologického zabezpečenia výkonu kontroly emisného stavu motora	106
12.6 Overenie navrhnutej metodiky výkonu emisnej kontroly a jej zhodnotenie	106
12.7 Závery a odporúčania pre prax.....	106
12.8 Použité prístroje a meradlá	106
12.8.1 BOSCH BEA 350.....	107

12.8.2 ATAL AT 505	109
12.8.3 MAHA MGT 5 EURO	110
13 Výsledky práce	112
13.1 Analýza súčasného technického stavu motorových vozidiel v prevádzke	114
13.1.1 Analýza technického stavu motorových vozidiel v prevádzke na základe produkcie škodlivých emisií.....	116
13.1.1.1 Štruktúra vozidiel v prevádzke z pohľadu zvýšenej produkcie škodlivých emisií	116
13.1.1.2 Štruktúra porúch motorových vozidiel v závislosti od ich veku	119
13.1.1.3 Korelácia medzi technickým stavom motora a koncentráciou škodlivín vo výfukovom plyne	121
13.1.1.4 Vyhodnotenie.....	125
13.2 Analýza existujúceho metodického postupu emisnej kontroly motorového vozidla.....	127
13.2.1 Metodika výkonu emisnej kontroly pre vozidlá so zážihovým motorom a zdokonaleným emisným systémom	128
13.2.1.1 Spôsob výkonu emisnej kontroly.....	128
13.2.2 Spôsob vyhodnotenia emisnej kontroly	135
13.2.3 Zhodnotenie existujúceho metodického postupu	136
13.2.3.1 Silné stránky	137
13.2.3.2 Slabé stránky	137
13.2.4 Technické požiadavky na meradlá používané pri výkone emisnej kontroly	138
13.2.4.1 Všeobecné požiadavky na meradlá používané pri vykonávaní EK ..	138
13.2.4.2 Požiadavky na meradlá a zariadenia pre výkon EK.....	140

13.2.4.3 Metrologické požiadavky na meradlá	143
13.3 Návrh inovovanej metódy kontroly emisného stavu motora	144
13.3.1 Výpovedná hodnota metódy kontroly emisného stavu motorových vozidiel	145
13.3.2 Priebeh emisie základných škodlivín	148
13.3.3 Priebeh emisie základných škodlivín pri poruchách motora a jeho príslušenstva	150
13.3.4 Inovácia metódy kontroly emisného stavu	154
13.3.4.1 Návrh inovovanej metódy kontroly emisného stavu	155
13.4 Návrh optimalizácie metódy výkonu emisnej kontroly	157
13.5 Návrh inovovanej metodiky výkonu emisnej kontroly	159
13.5.1 Metodika výkonu emisnej kontroly pre vozidlá so zážihovým motorom, zdokonaleným emisným systémom a systémom palubnej diagnostiky OBD	159
13.5.1.1 Spôsob výkonu emisnej kontroly	160
13.5.1.2 Spôsob vyhodnotenia emisnej kontroly	179
13.6 Návrh technického a technologického zabezpečenia výkonu kontroly emisného stavu motora	180
13.7 Overenie navrhutej metodiky výkonu emisnej kontroly a jej zhodnotenie	194
Záver	201
Conclusion	203
Zoznam použitej literatúry	205