

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Radovan Henzl

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv palivových kondicionérů na produkci emisí a dalších parametrů motoru

Radovan Henzl

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radovan Henzl**
Osobní číslo: **D15629**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Ochrana životního prostředí v dopravě**
Název tématu: **Vliv palivových kondicionérů na produkci emisí a dalších parametrů motoru**
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vybraná motorová paliva a jejich vlastnosti
2. Vybrané palivové katalyzátory a jejich vliv na emise
3. Provedte průzkum trhu nabídky palivových kondicionérů
4. Pro vybraný palivový kondicionér proveďte měření emisí a hluku motoru po jeho aplikaci a výsledky porovnejte s výsledky bez jejich použití

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 30-40stran textu a přílohy

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. Černý, J., Šimáček, P.: Úsporné tablety do paliva obchod s lidskou důvěřivostí. Kniha přednášek mezinárodní konference Tribotechnika v provozu a údržbě 2016. Sněžné-Milovy, 8. 11. 9. 11. 2016. str. 9-14. Vysoká škola báňská Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-3976-9.
2. ČSN EN 15751 Methylester mastných kyselin (FAME) a směsi s motorovou naftou. Stanovení oxidační stability metodou zrychlené oxidace
3. ASTM D7545-15: Oxidation Stability of Middle Distillate Fuels Rapid Small Scane Oxidation Test (RSSOT).
4. Černý J.: Využití tlakové DSC pro hodnocení oxidační stability paliv a maziv. Paliva, 2012, 4(1), str. 13-17. Dostupné na <http://paliva.vscht.cz/cz/o-casopisu/hledani>
5. <http://www.autopress.cz/zazraky-s-palivem-podruhe-realita/>
6. MILLER, Art, et al. The fate of metal (Fe) during diesel combustion: Morphology, chemistry, and formation pathways of nanoparticles. Combustion and Flame, 2007, 149.1: 129-143.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Sejkorová, Ph.D.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 2. června 2017



doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.

děkan

L.S.



doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. února 2017

Prohlášení

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 20. 05. 2017

Radovan Henzl

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval mé rodině, která mě podporovala po celou dobu studia. Dále mé poděkování patří firmě ZDAR a.s., zaměstnancům stanice měření emisí Žďár nad Sázavou a panu Ing. Pavlu Kuklovi, Ph.D. za odbornou pomoc při měření. V neposlední řadě děkuji vedoucí práce paní Ing. Marii Sejkorové, Ph.D. za její cenné připomínky, podněty a ochotu konzultování při zpracovávání této bakalářské práce.

ANOTACE

Tato práce je věnována vlivu palivových kondicionérů na pístové spalovací motory, s konkrétním měřením emisí a hluku na dieslovém motoru. V teoretické části práce jsou dále shrnuty poznatky o vybraných motorových palivech, katalyzátorech a emisích vznikajících při spalování.

KLÍČOVÁ SLOVA

palivové kondicionéry, paliva, životní prostředí, motor, katalyzátor, emise, hluk

TITLE

Influence of the fuel conditioners on emissions and other engine parameters

ANNOTATION

This work is devoted to the influence of fuel conditioners for combustion engines, with a specific measurement of emissions and noise on the diesel engine. In the theoretical part of the thesis are also summarized the knowledge about selected motor fuels, catalysts and emissions from combustion.

KEYWORDS

fuel conditioners, fuels, environment, engine, catalyst, emissions, noise

OBSAH

0	ÚVOD	11
1	KLASICKÁ UHLOVODÍKOVÁ PALIVA	12
1.1	Benzin	13
1.1.1	Základní požadavky	13
1.1.2	Antidetonační vlastnosti	13
1.1.3	Oktanové číslo	14
1.1.4	Míra odolnosti paliva proti detonačnímu spalování	14
1.1.5	Odpařitelnost.....	15
1.2	Motorová nafta	16
1.2.1	Základní požadavky	16
1.2.2	Cetanové číslo.....	16
1.2.3	Nízkoteplotní vlastnosti	17
1.2.4	Filtrovatelnost	17
1.2.5	Druhy MN v ČR	17
2	PALIVOVÉ KONDICIONÉRY	18
2.1	Definice a vlastnosti.....	18
2.2	Druhy a průzkum trhu	19
2.3	Power Car Tab.....	20
3	EMISE PŘI SPALOVÁNÍ PALIVA	22
3.1	Ideální průběh spalování	22
3.2	Skutečný průběh spalování	22
3.3	Složení emisí	22
3.3.1	Dusík N ₂	23
3.3.2	Oxid uhličitý CO ₂	23
3.3.3	Vodní páry H ₂ O	24
3.3.4	Kyslík O ₂	24

3.3.5	Oxidy dusíku NO _x	24
3.3.6	Oxid uhelnatý CO	24
3.3.7	Uhlovodíky HC	25
3.3.8	Oxid siřičitý SO ₂	25
3.3.9	Pevné částice (PM)	25
3.3.10	Sloučeniny olova	25
3.4	Měření emisí	26
3.4.1	Měření emisí zážehového motoru	26
3.4.2	Měření emisí vznětového motoru	27
4	KATALYZÁTORY	28
4.1	Oxidační katalyzátor	30
4.2	Redukční katalyzátor	30
4.3	Třícestný katalyzátor	30
4.4	Čtyřcestný katalyzátor	31
4.5	Zásobníkový katalyzátor	32
4.6	SCR katalyzátor	32
4.7	Filtr pevných částic	33
5	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	34
5.1	Základní údaje	35
5.2	Měření emisí	37
5.3	Měření hluku	39
6	ZÁVĚR	41
7	POUŽITÉ ZDROJE	43
8	PŘÍLOHY	44

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 - <i>Destilační křivka benzínu [4]</i>	15
Obrázek 2 - <i>Kapalný a pevný palivový kondicionér [3]</i>	18
Obrázek 3 - <i>Úspora pohonných hmot [1]</i>	20
Obrázek 4 - <i>Úspora navíc najetých kilometrů [1]</i>	21
Obrázek 5 - <i>Balení palivového kondicionéru Power Car Tab [1]</i>	21
Obrázek 6 - <i>Složení emisí výfukových plynů zážehového motoru [12]</i>	23
Obrázek 7 - <i>Složení emisí výfukových plynů vznětového motoru [12]</i>	23
Obrázek 8 - <i>Opacimetr pro měření kouřivosti vznětových motorů [9]</i>	27
Obrázek 9 - <i>Teplotní rozsah katalyzátorů [17]</i>	28
Obrázek 10 - <i>Keramický monolit [15]</i>	29
Obrázek 11 - <i>Katalyzátor s keramickým nosičem vs. kovový monolit [11]</i>	30
Obrázek 12 - <i>Snížení emisí v závislosti na složení zápalné směsi [6]</i>	31
Obrázek 13 - <i>Funkce SCR katalyzátoru [16]</i>	32
Obrázek 14 - <i>Princip funkce DPF [12]</i>	33
Obrázek 15 - <i>Výřez z protokolu skutečných hodnot před 1. měřením [autor]</i>	34
Obrázek 16 - <i>Výřez z protokolu skutečných hodnot před 2. měřením [autor]</i>	35
Obrázek 17 - <i>Výřez z protokolu 1. měření (před použitím paliv. kondicionéru) [autor]</i>	37
Obrázek 18 - <i>Výřez z protokolu 2. měření (po použití paliv. kondicionéru) [autor]</i>	38
Obrázek 19 - <i>Ukázka z měření hluku motoru [autor]</i>	39
Tabulka 1 - <i>Elementární složení ropy [10]</i>	12
Tabulka 2 - <i>Porovnání výzkumné a motorové metody [4]</i>	14
Tabulka 3 - <i>Druhy motorových naft v ČR [2]</i>	17
Tabulka 4 - <i>Přehled nejčastěji poptávaných palivových kondicionérů ** [1,3,13]</i>	19
Tabulka 5 - <i>Základní údaje vozidla [autor]</i>	35
Tabulka 6 - <i>Základní údaje palivového kondicionéru [autor]</i>	36
Tabulka 7 - <i>Základní ostatní údaje [autor]</i>	36
Tabulka 8 - <i>Měření hluku motoru [autor]</i>	40

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
EU	Evropská unie
CZK	korun českých
OČ	oktanové číslo
MN	motorová nafta
LPG	směs zkapalněných uhlovodíků, propan-butan
VM	výzkumná metoda
MM	motorová metoda
λ	součinitel přebytku vzduchu
CO ₂	oxid uhličitý
H ₂ O	voda, vodní pára
N ₂	dušík
CO	oxid uhelnatý
HC	uhlovodíky
NO _x	oxidy dusíku
NO	oxid dusnatý
NO ₂	oxid dusičitý
HNO ₃	kyselina dusičná
PM	pevné částice
SME	Stanice měření emisí
ME	měření emisí
DPF	filtr pevných částic
ppm	parts per milion (= počet na 1 milion)
OBD	on-board diagnostics (= palubní diagnostika)
EOBD	Euro on-board diagnostics (modifikace OBD)

0 ÚVOD

Silniční doprava a vůbec doprava jako taková je nedílnou součástí života každého z nás. Ať již jde o silniční vozidlo, nebo jiný dopravní prostředek se spalovacím motorem, z výfukového potrubí takového vozidla vycházejí zdraví škodlivé plyny, tzv. emise. Snižování množství těchto emisí a s tím spojená ochrana životního prostředí je v dnešní době podstatným a často diskutovaným tématem. To se týká především automobilového průmyslu, jelikož silniční doprava má stále nejčastější zastoupení hnacích jednotek v podobě spalovacích motorů, které jsou do těchto dopravních prostředků montovány. Možností jak snížit produkci škodlivých plynů je několik, počínaje konstrukcí motoru, přes zařízení snižující obsah škodlivin ve výfukových plynech, tzv. katalyzátory, až po používání kvalitnějších paliv pro důkladnější spalování. Vzhledem k tomu, že samotný uživatel nesmí zasahovat do konstrukce vozidla a dále nechce, nebo z finančních důvodů ani nemůže provádět generální opravy pro opět stoprocentní stav součástí, nabízí se možnost používání kvalitnějších paliv, palivových katalyzátorů nebo alespoň palivových přísad, tzv. palivových kondicionérů. Právě výrobci palivových kondicionérů doporučují používání těchto přísad i pouze v preventivním případě, kdy vozidlo je naprosto v pořádku, tj. hodnoty emisí odpovídají příslušným normám. Po aplikaci těchto kondicionérů do paliva má dojít ke zlepšení chování motoru v podobě vyššího výkonu, nižší spotřeby paliva, snížení emisí, snížení hluku motoru a má dojít k celkově vyšší ochraně motoru a jeho částí. Na našem trhu lze nyní nalézt několik druhů palivových kondicionérů za různé pořizovací ceny. Nicméně zůstává stále velmi diskutovanou otázkou, zda lze aplikací těchto přísad skutečně dosáhnout deklarovaného efektu, či se jedná jen o obchodní tah výrobců těchto palivových kondicionérů.

Cílem této bakalářské práce je provést experimentální měření vlivu palivového kondicionéru na produkci emisí a hlučnost motoru a tyto výsledky následně porovnat s hodnotami, které byly získány u téhož automobilu bez aplikace kondicionéru.

1 KLASICKÁ UHLOVODÍKOVÁ PALIVA

Veškerá paliva pro pístové spalovací motory lze rozdělit do tří základních skupin:

- uhlovodíková paliva (kapalná nebo plynná)
- paliva získaná zpracováním biomasy (kapalná nebo plynná)
- vodík

Na všechna tato paliva jsou kladeny různé požadavky, které by měla splňovat. Jde především o vysokou výhřevnost, chemickou stálost, co nejmenší tvorbu škodlivých látek při spalování, co nejmenší obsah nespalitelných podílů a samozřejmě pro spotřebitele co nejnižší cenu.

Mezi nejrozšířenější klasická uhlovodíková kapalná paliva pro pístové spalovací motory se řadí automobilový benzin a motorová nafta, známá také jako diesel. Základní surovinou je zde ropa, což je směs uhlovodíků fosilního původu a vznikla tedy již v dávné minulosti. Ropa je kapalná, světle žlutá až temně černá hmota. Ta se skládá z několika prvků v různém procentuálním zastoupení, které uvádí Tabulka 1. Výroba benzínu a motorové nafty se poté uskutečňuje v rafinériích a skládá se ze dvou základních technologií. Tou první je oddělování různých uhlovodíkových složek, kam patří destilace, filtrace apod. Druhá a následující technologie je přeměna uhlovodíkových složek jako např. krakování a reformování.

Tabulka 1 - *Elementární složení ropy [10]*

Prvek	%
uhlík	80 – 88
vodík	11 – 14,5
síra	0,6 – 4,5
dusík	0,1 – 1,0
kyslík	méně než 1,0
fosfor	méně než 0,3
kovy	0,002 – 0,04

Samotné prvotní zpracování ropy se provádí pomocí frakční destilace, kdy se ropa za přístupu (atmosférická destilace) nebo za nepřístupu vzduchu (vakuová destilace) zahřívá. Ze složek, které destilují v oblasti do 180 °C, vznikají při kondenzaci lehká paliva, především benziny. Oblast od 180 °C do 280 °C poskytuje středně těžká paliva (paliva pro plynové turbíny, letecký petrolej). V oblasti od 210 °C až přibližně do 360 °C se získávají těžká paliva pro naftové motory [2].

1.1 Benzin

Automobilové benziny jsou směsí kapalných uhlovodíků vroucích v rozmezí 35 až 210 °C získávané zpracováním ropy. Podíl benzínu při normální destilaci je velmi malý, navíc s nízkým oktanovým číslem (OČ) a to přibližně 62–64. Je tudíž velmi málo odolný vůči detonačnímu spalování. Proto byly vyvinuty postupy, kterými se výrazně zvyšuje využití ropy na benzinová paliva a nyní se vyrábí benzin, který má OČ přibližně 93–95. Jde například o krakování, které umožňuje zvětšit objem získaných benzinů z dané ropy tím, že se třístí velké molekuly výše vroucích těžkých frakcí na molekuly menší a zasahují tak svým bodem varu do rozsahu frakce benzinové. Ani krakování ještě není dokonalé, proto následuje další přeměňování v podobě reformování, polymerizace, hydrogenace, nebo alkylace. Ke zlepšení svých vlastností mohou benziny obsahovat přísady kyslíkatých látek pro zvýšení OČ, detergenty na zajištění čistoty palivového systému, proti korozi, antidetonační a jiné [7].

Během spalování směsi ve válci je nutné zajistit stechiometrický poměr. Jde o poměr, který zabezpečuje teoreticky dokonalé spálení uhlíku a vodíku. Pro zážehový motor je stechiometrický poměr 14,7 : 1 ($\lambda = 1$), což určuje, že pro spálení 1 kg benzínu je nutné 14,7 kg vzduchu. Pokud je součinitel $\lambda < 1$ jde o bohatou směs (nedostatek vzduchu), když $\lambda > 1$ jde o chudou směs a je tedy vzduchu přebytek.

1.1.1 Základní požadavky

- dobré antidetonační vlastnosti
- dobrá odpařitelnost za nízkých teplot pro zajištění startovatelnosti
- nesmí obsahovat těžší frakční podíly (nad 210 °C), aby nedocházelo ke smývání olejového filmu ze stěn válce a ředění oleje v motorové skříni
- malý obsah síry, která způsobuje korozi palivového systému, pokles oktanového čísla benzínu a zvyšuje obsah škodlivin ve výfukových plynech motoru
- nesmí obsahovat pryskyřice, které způsobují zanášení trysek a usazují se v sacím potrubí a na sacím ventilu
- dlouhodobá stabilita zabezpečující nízké ztráty při skladování

1.1.2 Antidetonační vlastnosti

Antidetonační vlastnosti jsou u benzinů charakterizovány oktanovým číslem a vyjadřují odolnost benzínu proti detonačnímu spalování, kde by šlo o vzplanutí směsi paliva se vzduchem dříve, než je požadováno a tudíž nutné. Následná tlaková vlna, která by se šířila spalovacím prostorem rychlostí zvuku a při dopadu na stěny spalovacího prostoru a dno pístu

by vyvolala rázy v pístní skupině a klikovém mechanismu. Jednalo by se tak o tzv. „klepání motoru“, které se projevuje navenek jako nežádoucí hluk [7].

Zvyšováním hustoty spalin a přestupem tepla do stěn spalovacího prostoru by docházelo i k následnému přehřívání motoru. Kombinací těchto vlivů samozřejmě klesá i výkon motoru a dlouhodobějším provozem může dojít až k samotnému poškození motoru.

1.1.3 Oktanové číslo

Vyjadřuje procentuální objemový podíl izooktanu a n-heptanu ve směsi, která má stejnou odolnost proti vzniku detonací při spalování, jako zkoušené palivo. Tedy pro příklad, pokud jde o oktanové číslo 95, znamená to 95 % zastoupení izooktanu a 5 % n-heptanu [2].

1.1.4 Míra odolnosti paliva proti detonačnímu spalování

Tuto vlastnost vyjadřuje oktanové číslo, které se měří tzv. výzkumnou metodou (VM) a oktanové číslo stanovené motorovou metodou (MM). Obě oktanová čísla se zjišťují na zkušebním jednoválcovém motoru s proměnlivým kompresním poměrem [7].

Princip je takový, že pro definovaný režim práce zkušebního motoru, ať už výzkumnou, nebo motorovou metodou, se určí při postupném zvyšování kompresního poměru počátek klepání u hodnoceného benzínu. Ponechá se kompresní poměr a změnou objemového poměru izooktanu (OČ = 100) a n-heptanu (OČ = 0) v porovnávacím palivu se najde taková směs, která má z hlediska klepání stejné vlastnosti. Následně uváděné hodnoty v obchodních názvech benzinů, které vidíme např. u čerpacích stanic, odpovídají výzkumné metodě [2, 4].

Metoda výzkumná (výsledek vychází cca o deset jednotek více než MM) a metoda motorová se liší otáčkami zkušebních strojů a dalšími provozními parametry, které zobrazuje Tabulka 2.

Tabulka 2 - Porovnání výzkumné a motorové metody [4]

	Výzkumná metoda	Motorová metoda
otáčky motoru (min^{-1})	600	900
teplota nasávaného vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)	52	149
teplota chladicí kapaliny ($^{\circ}\text{C}$)	100	100
teplota oleje ($^{\circ}\text{C}$)	57	57
předstih zážehu	13°	$19^{\circ}-26^{\circ}$
tlak v sání	atmosférický tlak	
kompresní poměr	nastavený pro dosažení stanovené úrovně klepání	

1.1.5 Odpařitelnost

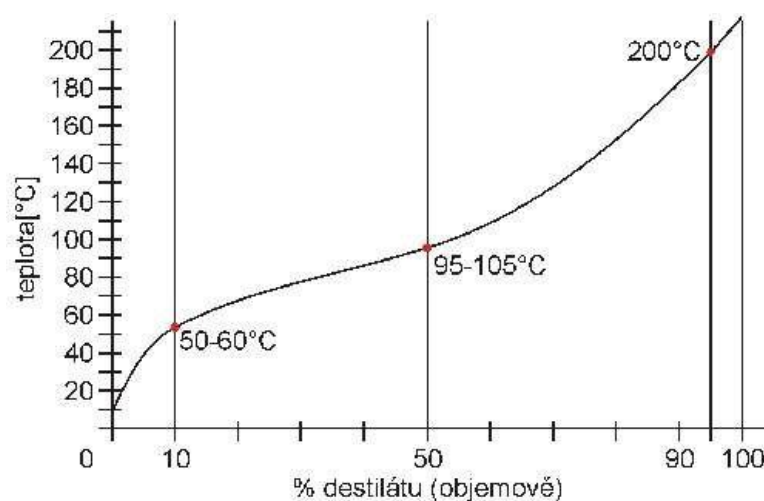
Benziny musí obsahovat frakce lehce odpařitelné pro zabezpečení startovatelnosti a zároveň nesmí obsahovat frakce s bodem varu vyšší než 210 °C, které by se neodpařily a ředily tak olejovou náplň motoru.

Odpařitelnost benzínu je určena destilační křivkou, kdy je zjišťováno jeho požadované frakční složení, viz Obrázek 1. Na svislé ose destilační křivky je teplota a na vodorovné odpařená procenta objemu paliva. Sledují se tři významné body a to 10 % bod, 50 % bod a bod 95 %.

Nejmenší teplota počátku destilační křivky je určována požadavky na minimální ztráty odparem při skladování a z hlediska požární bezpečnosti. Aby se udržela dobrá startovatelnost, měla by být tato teplota, při které se odpaří 10 % paliva, tzv. 10 % bod, mezi 50–60 °C. Přesná hodnota se během roku upravuje a to v závislosti na ročním období [2].

Střed destilační křivky, tudíž teplota predestilování 50 % paliva, určuje 50 % bod. Ten by se měl pohybovat v rozmezí 95–105 °C a rozhoduje o tom, jak rychle se motor ohřeje na provozní teplotu a zároveň, jak bude reagovat na přechodové režimy. Čím je tato teplota vyšší, tím pomaleji se při akceleraci zvyšují otáčky motoru a také spotřeba paliva narůstá. Důvodem je, že část benzínu se pomaleji odpařuje a jeho nespálené části se dostávají do výfukového potrubí. Kapičky se mohou opět dostávat také až do olejové náplně motoru, čímž dochází k jejímu nežádoucímu ředění [2, 7].

Velký význam má také teplota, při které se odpaří 95 % paliva (95 % bod) a také teplota na konci destilace. 95 % bod by neměl být vyšší než 200 °C a konec destilace než 210 °C. Je to z toho důvodu, aby nedocházelo k trvalému ředění olejové náplně motoru [4].



Obrázek 1 - Destilační křivka benzínu [4]

1.2 Motorová nafta

Jde o směsi ropných kapalných uhlovodíků vroucích převážně v rozmezí 150 až 360 °C. Stejně jako benzin, může motorová nafta (MN) obsahovat přísady ke zlepšení svých vlastností např. depresanty, detergenty, mazivostní přísady, inhibitory koroze, přísady proti pění a další. Motorová nafta se používá jako palivo pro dieselové motory, případně pro některé plynové turbíny. MN je definována normou ČSN EU 590 [2].

Výroba motorové nafty se provádí mísením petroleje s destilačním rozmezím přibližně 160–260 °C a plynového oleje, který destiluje přibližně v rozmezí 250–360 °C. Jelikož obě frakce obsahují poměrně velké množství sirných sloučenin, musí být následně podrobeny hydrogenačnímu odsíření. Tato technologie se využívala několik desetiletí, nicméně nové požadavky na tzv. bezsírné nafty (obsah síry pod 10 ppm = 10 mg/kg) a takto hluboké odsíření hydrogenační jednotky nedokážou a je zapotřebí výstavba nových a dokonalejších [4]

1.2.1 Základní požadavky

- dobrý energetický obsah
- dobrá výhřevnost
- správné cetanové číslo
- správná hustota
- dobrá kvalita spalování
- správná viskozita
- správný vliv na funkčnost a životnost motoru
- snadné skladování a přeprava

1.2.2 Cetanové číslo

Cetanové číslo (CČ) udává objemové procento cetanu (n-hexadekanu) v takové jeho směsi s l-methylnaftalenem, která se chová stejně ve zkušebním motoru za stejných podmínek, jako zkoušené palivo [7, 2].

CČ je měřítko pro průběh spalování (vznícení) motorové nafty a to znamená, čím je hodnota cetanového čísla vyšší, tím bude kratší prodleva vznícení, s následným postupným nárůstem tlaku ve válci a tím tišším spalováním [2].

Pokud je ovšem cetanové číslo příliš vysoké, prodleva vznícení je velmi krátká a palivo tudíž začíná hořet velmi brzy, ještě před dokonalým promísením se vzduchem. Při takovémto hoření se produkuje velké množství sazí a blízkost plamene u vstříkovací trysky znamená její zakarbonování, až zadření jehly trysky.

1.2.3 Nízkoteplotní vlastnosti

Jelikož konzistence motorové nafty je z důvodu svého složení závislá na teplotě prostředí, kdy některé složky mají při nižších teplotách sklon krystalizovat, pak tzv. teplota vylučování parafinů je taková teplota, při které se vzniklé krystaly mohou usazovat na palivovém filtru a znemožnit tak správnou funkci systému (nastává ztráta filtrovatelnosti). Velmi důležitý je také bod tuhnutí, kdy jde o nejvyšší teplotu, při které MN během postupného ochlazování přestává téci. Tyto vlastnosti lze však upravit přidáním patřičných aditiv [2].

1.2.4 Filtrovatelnost

Jde o základní kritérium pro hodnocení motorové nafty. V závislosti na klimatických podmínkách filtrovatelnost udává použitelnost MN, kdy jde o teplotu, při které za přesně definovaných podmínek zkoušené palivo přestává protékat přes definované póry filtru. Důsledkem je ucpání těchto pórů vlivem vyloučených krystalů parafinů [7, 2].

1.2.5 Druhy MN v ČR

Jak již bylo zmíněno, motorová nafta mění své vlastnosti se změnou okolní teploty. Tuto informaci je velmi důležité znát, jelikož z tohoto důvodu se na trhu během roku střídají různé druhy motorových naft. Pro středoevropskou část se využívá letní, zimní a tzv. přechodné MN. Konkrétně jde o třídy s označením B, D a F. K dostání je i třída s označením 2, která se také nazývá jako arktická. I když na trhu není tak často zastoupena, i přesto ji lze na některých místech v ČR načerpat. Dostupnost a další parametry motorové nafty jsou uvedeny v Tabulce 3. Hlavní rozdíl jednotlivých tříd je především v hodnotě filtrovatelnosti.

Tabulka 3 - *Druhy motorových naft v ČR [2]*

	třída B	třída D	třída F	třída 2
Časové rozmezí pro expedici	15. 04. – 30. 09.	01. 10. – 15. 11. 01. 03. – 14. 04.	16. 11. – 28. 02.	---
Filtrovatelnost max.	0 °C	- 10 °C	- 20 °C	- 32 °C
Cetanové číslo min.	51			48
Hustota při 15 °C	820–845 kg.m ⁻³			800–840 kg.m ⁻³
Bod vzplanutí min.	nad 55 °C			

2 PALIVOVÉ KONDICIONÉRY

2.1 Definice a vlastnosti

Palivový kondicionér slouží jako dodatečná přísada do kapalných paliv, který je použitelný jak pro automobilový benzin, tak pro motorovou naftu. Jeho provoz je ve většině případů kompatibilní i s LPG (= směs zkapalněných uhlovodíků, propan-butan) nebo také s etanolem. Hlavní vlastností palivového kondicionéru je ovlivňování procesu spalování s pozitivním účinkem. Téměř ve všech případech je důvodem látka Cer nebo Ferrocene (kondicionér jí obsahuje cca 70–90 %), která má zrychlovat proces hoření. Tím výrobci těchto přísad garantují vyšší výkon motoru, výrazné snížení tvorby škodlivých plynů, snížení spotřeby paliva, snížení hluku motoru s komplexní ochranou různých částí motoru a palivové soustavy. Další látky se již u jednotlivých výrobců liší a jde většinou o různé bavlňkové oleje, emulgátory a další. Celkovým působením se tak má zvyšovat ekonomičnost, životnost a provozuschopnost samotného motoru, s pozitivním účinkem na životní prostředí.

Palivový kondicionér, neboli také palivové aditivum se vyrábí jako zkapalněná přísada, ale nyní především jako pevná látka v podobě malé tablety. Tato látka se následně aplikuje do vozidla přímo napouštěcím hrdlem palivové nádrže, kudy se doplňuje palivo. Aplikace se provádí vždy před dotankováním paliva, aby se palivový kondicionér dostal celý a beze zbytku až do palivové nádrže. Zde se mísí s vlastním palivem a tím zlepšuje jeho vlastnosti. Každý výrobce pak udává ideální poměr mísení množství palivového kondicionéru a paliva. Na Obrázku 2 je následně možné vidět ukázkou vzhledu obalů palivových kondicionérů, které si lze zakoupit.



Obrázek 2 - Kapalným a pevným palivovým kondicionérem [3]

Palivové kondicionéry byly již testovány z pohledu oxidační stability paliva a to pány Ing. Jaroslavem Černým, CSc. z TriboChem Praha a doc. Ing. Pavlem Šimáčkem, Ph.D. z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze [14]. Výzkumem bylo zjištěno, že změna oxidační stability paliv s přípravkem palivových kondicionérů je takřka zanedbatelná a závěrem výzkumu je uvedeno, že v doporučeném dávkování není zřejmě vůbec možné docílit nějakého snížení emisních škodlivin ve výfukových plynech, jak výrobci deklarují [14]

2.2 Druhy a průzkum trhu

Jak již bylo zmíněno, v současné době se vyrábějí a jsou propagovány především pevné palivové kondicionéry, tzv. palivové tablety. Druhou variantou jsou kapalné kondicionéry, které je možné na trhu zakoupit také, nicméně momentálně jsou velmi vytlačovány právě palivovými tabletami. V Tabulce 4 je uvedeno nejčastější zastoupení tří pevných tabletových a tří kapalných produktů z hlediska poptávky, kdy bylo čerpáno z informací prodejců automobilových potřeb a z internetových fór samotných uživatelů.

Následné informace a ceny v Tabulce 4 jsou převzaty z internetového e-shopu setrice.eu a z e-shopů jednotlivých distributorů, aktuální k datu uvedeného pod tabulkou.

Tabulka 4 - Přehled nejčastěji poptávaných palivových kondicionérů ** [1,3,13]

Název	Skupenství	Požizovací cena	Cena přísady pro 40 l paliva
Power Car Tab (pro všechna paliva)	pevné	760,- CZK (10 ks)	76,- CZK
Boogie Energy Pill (pro všechna paliva)	pevné	590,- CZK (10 ks)	59,- CZK
2Zebra (pro všechna paliva)	pevné	290,- CZK (12 ks)	48,- CZK
Liqui Moly 2642 (pro benzin)	kapalné	148,- CZK (300 ml)	84,- CZK
Liqui Moly 5120 (pro motorovou naftu)	kapalné	198,- CZK (250 ml)	105,- CZK
METALTEC-1 (pro všechna paliva)	kapalné	1 750,- CZK (1000 ml)	700,- CZK *

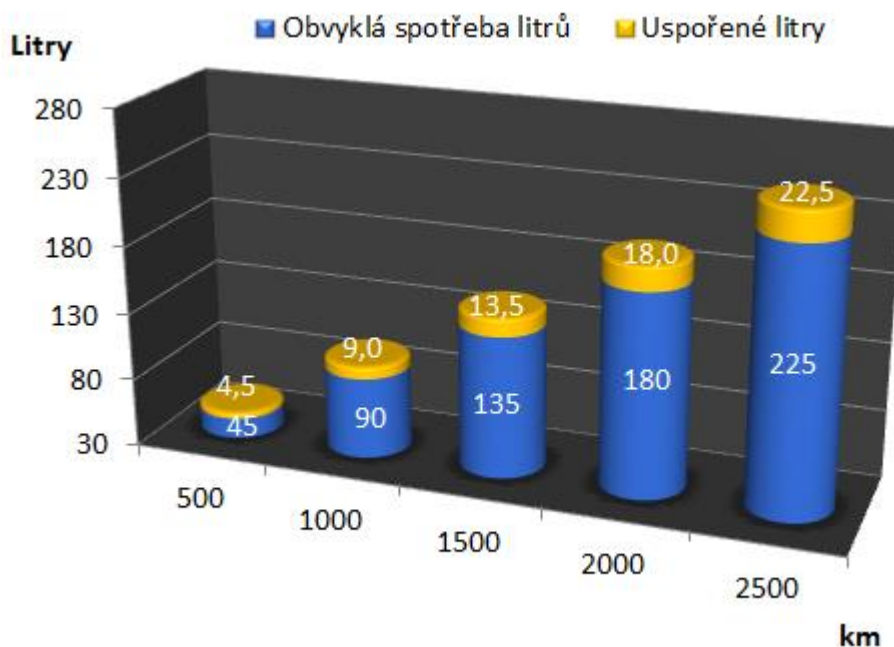
* možnost využít maximálně čtyřikrát za rok

** dle vlastního průzkumu, aktuální k 15. 05. 2017

2.3 Power Car Tab

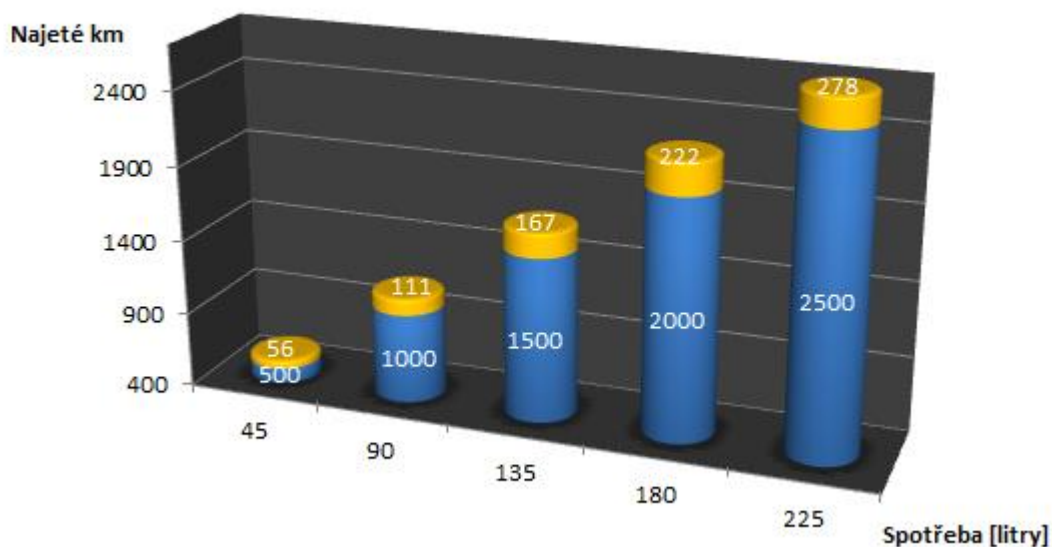
Dle vlastního provedeného průzkumu jsou palivové tablety Power Car Tab v současné době nejčastěji poptávaným produktem mezi palivovými kondicionéry. Distributorem těchto aditiv je společnost Aquel Bohemia, s.r.o. se sídlem v Liberci.

Power Car Tab jsou vhodné pro všechny typy motorů. Jako u všech kondicionérů, i zde výrobce garantuje vyšší výkon, výrazně nižší podíl emisí, snížení spotřeby paliva o 5–15 % a celkovou ochranu motoru. Toto vše má u vozidla nastat po poměrně krátké době používání a to již po 6 plných spotřebovaných nádržích paliva s přidáním palivové tablety Power Car Tab. Tablety mají být navrženy tak, aby doplňovaly molekulární strukturu paliva a tím zvýšily efektivitu spalování, kdy veškeré palivo rychleji a dokonaleji prohoří, čím nevznikají v takové míře škodlivé látky. Jak uvádí výrobce, v některých případech by se měl podíl emisí snížit až o 90 %. Úspora pohonných hmot má být také značná, kdy 1 tableta palivového kondicionéru Power Car Tab ušetří provozovateli 2,4 CZK na jednom litru paliva. Dle Obrázku 3, je úspora paliva 4,5 litru, při nájezdu každých 500 km neboli spotřebě 40 litrů paliva. Toto je v souvislosti s Obrázkem 4, kdy je udáván zvýšený nájezd o 111 km a to během každých 1000 km [1].



Obrázek 3 - Úspora pohonných hmot [1]

■ Ujeté km [obvyklá spotřeba] ■ Kilometry, které s Power Car Tab získám na navíc



Obrázek 4 - Úspora navíc najetých kilometrů [1]

Tablety Power Car Tab jsou složeny z 60–80 % z účinné látky Ferrocene, dále potom z 10–20 % Dekosan-1-oil jako emulgátoru a z 10–20 % bavlníkového oleje. Jedna tableta o hmotnosti 0,5 g je určena do 40 litrů paliva. Výrobek je dle výrobce certifikovaný nezávislou tribotechnickou laboratoří v Petřvaldě. Palivový kondicionér lze zakoupit online přes e-shop distributora, nebo u vybraných prodejců; balení jsou po 10 nebo 100 tabletách. Cena jedné tablety je 76,- CZK a to znamená cenu balení 760,- nebo 7 600,- CZK [1].



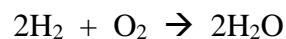
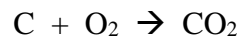
Obrázek 5 - Balení palivového kondicionéru Power Car Tab [1]

3 EMISE PŘI SPALOVÁNÍ PALIVA

Emise jsou pevné, kapalné nebo plynné látky, které jsou obsažené ve výfukových plynech, vycházejících ze spalovacího prostoru motoru.

3.1 Ideální průběh spalování

Pokud reagují atomy uhlíku (C) a vodíku (H) obsažené v palivu úplně s kyslíkem obsaženým v nasávaném vzduchu, proběhnou během spalování zápalné směsi tyto chemické reakce:



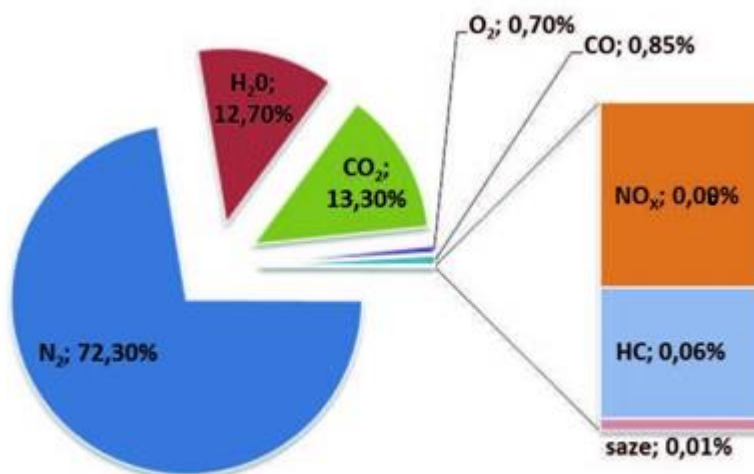
Výsledkem spalování budou v tomto případě pouze vodní páry (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2). Toto úplné spalování proběhne pouze za ideálních podmínek během spalovacího procesu, je-li k dispozici dostatečně dlouhá reakční doba bez nepříznivých vnějších vlivů. Ostatní látky obsažené ve vzduchu se procesu spalování neúčastní a zůstávají ve výfukových plynech v nezměněné formě [6].

3.2 Skutečný průběh spalování

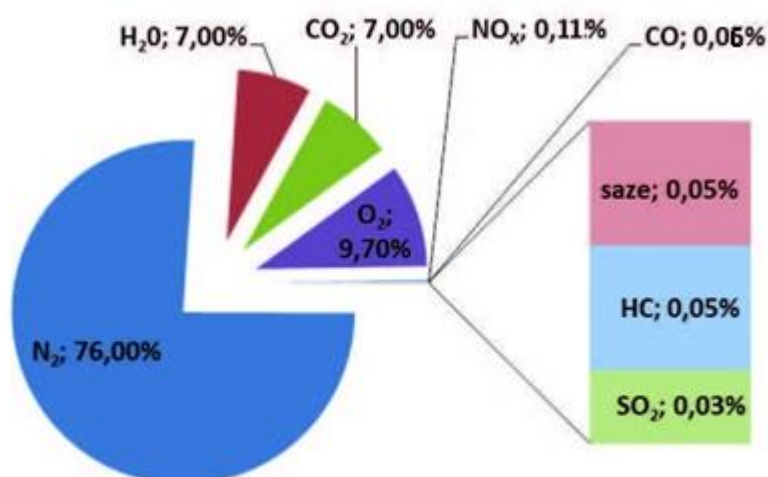
Ve spalovacím prostoru motoru však nepanují ideální poměry. Tepelné ztráty, velmi krátká reakční doba a ne zcela dokonalé promísení paliva se vzduchem vytvářejí spolu s dalšími nepříznivými vlivy podmínky pro skutečné spalování. Vedle vodních par, oxidu uhličitého a dusíku budou výfukové plyny obsahovat také oxid uhelnatý, uhlovodíky, oxidy dusíku, sírné sloučeniny a pevné částice [6].

3.3 Složení emisí

Mimo látek, které zdraví přímo neohrožují, se ve výfukových plynech motoru vyskytuje několik desítek až stovek dalších látek, které zdraví škodlivé jsou. Jejich obsah je od několika desítek procent až po prvky stopové, tak jak je uvedeno na Obrázku 6 pro zážehové motory a na Obrázku 7 pro vznětové motory. Nejčastější a nejvíce zastoupené jsou prvky, jako je dusík, oxid uhličitý, vodní páry, kyslík, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky, oxid siřičitý, pevné částice a sloučeniny olova.



Obrázek 6 - Složení emisí výfukových plynů zážehového motoru [12]



Obrázek 7 - Složení emisí výfukových plynů vznětového motoru [12]

3.3.1 Dusík N₂

Dusík pochází ve výfukových plynech z nasávaného vzduchu do motoru. Jelikož se nachází i volně v ovzduší, ani zde v omezeném množství není zdraví škodlivý.

3.3.2 Oxid uhličitý CO₂

CO₂ vzniká dokonalým spalováním uhlíku obsaženém v palivu a prostřednictvím kyslíku, který je v nasávaném vzduchu do motoru. Oxid uhličitý jedovatý není, nicméně stoupající obsah CO₂ v atmosféře způsobuje tzv. skleníkový efekt, který je příčinou oteplování planety.

Naměřená hodnota CO_2 je nejen měřítkem kvality spalování, ale i např. těsnosti výfukového potrubí. Jinak řečeno, čím více se blíží hodnota CO_2 maximu, tím dokonalejší je spalování a je nižší podíl oxidu uhelnatého a uhlovodíků. Naopak jsou-li obsahy těchto dvou látek nízké a hodnota CO_2 rovněž nízká, může být spalování v pořádku, ale výfukový systém je netěsný nebo děravý a výfukové plyny jsou ředěny vzduchem [6].

3.3.3 Vodní páry H_2O

Vodní páry ve výfukových plynech vzniknou sloučením vodíku obsaženém v palivu s kyslíkem z nasávaného vzduchu.

3.3.4 Kyslík O_2

Volný kyslík ve výfukových plynech pochází z nasávaného vzduchu do motoru. Ve vyšší míře se volný kyslík vyskytuje ve výfukových plynech zážehových i vznětových motorů, jedná-li se o spalování chudé směsi s přebytkem vzduchu.

3.3.5 Oxidy dusíku NO_x

Názvem oxidy dusíku označujeme směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO_2). Objem vzduchu je tvořen asi 78 % dusíku a 21 % kyslíku, zbytek tvoří vzácné plyny. Chemickou sloučeninu vytváří dusík a kyslík ve spalovacím prostoru motoru, tím více se tvoří NO , což je plyn bez barvy i bez zápachu. Dále se pak slučuje se vzdušným kyslíkem a vzniká NO_2 . Ten je již ostře páchnoucí červenohnědý jedovatý plyn napadající plíce. Ve spalovacím prostoru motoru vzniklé NO_x tvoří z 90 % NO , který v přírodě oxiduje na NO_2 . Oxid dusičitý může spolu s vodou vytvářet kyselinu dusičnou. Oxidy dusíku se spolu s uhlovodíky podílí na tvorbě smogu [6].

3.3.6 Oxid uhelnatý CO

Především spalováním bohaté směsi vzniká právě oxid uhelnatý (CO). Tento vysoce škodlivý bezbarvý plyn vzniká důsledkem nedostatku kyslíku v bohaté směsi paliva se vzduchem, kdy dochází k nedokonalému spalování uhlíku obsaženém v palivu. Na lidský organismus má výrazný vliv, jelikož při vdechování se váže na červené krvinky a brání tak přenosu kyslíku z plic do ostatních částí těla. Již koncentrace 0,5 objemového % CO může být během 30 minut vdechování smrtelná. Tyto výfukové plyny jsou těžší než vzduch, proto hrozí nebezpečí zejména u podlahy, v montážních jámách apod. Oxid uhelnatý jako významná složka výfukových plynů má značnou vypovídací schopnost ohledně složení zápalné směsi, ať už je připravována staršími systémy, jako jsou karburátory, nebo elektronicky řízeným vstřikováním [10, 6].

3.3.7 Uhlovodíky HC

Ve výfukových plynech lze nalézt jak nespálené uhlovodíky, tak uhlovodíky jako produkt nedokonale spálené zápalné směsi. Právě k částečně spáleným uhlovodíkům lze přiřadit aldehydy, nebo ketony. Ty i v malé koncentraci dráždí oči, nos a poznají se podle zápachu. Především stav, funkce a seřízení zapalování, samozřejmě technický stav motoru, má výrazný vliv na hodnoty emisí HC. Jako nespálené uhlovodíky lze označit parafíny, olefiny, nebo acetyleny, které se podílejí na tvorbě smogu a také dráždí pokožku. V neposlední řadě to jsou také aromatické uhlovodíky, známé jako nervové jedy s rakovinotvorným účinkem.

Obdobně jako obsah CO i HC je závislý na zatížení motoru. Objemový obsah HC ve výfukových plynech zážehového motoru je významným diagnostickým parametrem. Jelikož podíl HC je značně menší než CO, měří se pomocí analyzátorů výfukových plynů v ppm. Platí 1 objemové % = 10 000 ppm [6].

3.3.8 Oxid siřičitý SO₂

Jelikož palivo obsahuje síru, kdy vyšší limity obsahu síry má motorová nafta, než benzin, slučuje se právě síra s kyslíkem obsaženým ve vzduchu a tím vzniká oxid siřičitý. Ten se dále slučuje s vodou a vznikají siřné kyseliny, které mají za následek vznik „kyselých dešťů“. Ty jsou následně škodlivé pro životní prostředí a především rostlinou vegetaci.

3.3.9 Pevné částice (PM)

Pevné částice neboli saze vznikají především u vznětových motorů při plném zatížení. Jde o nedokonale prohořené (spálené) palivo. Pokud by šlo o čistý uhlík, pak by saze zdraví člověka neohrožovaly. Nicméně mohly by nás obtěžovat, či ohrožovat viditelnost. Pokud ovšem saze obsahují i uhlovodíky, pak půjde o zdraví škodlivé částice. Nebezpečné jsou především ty převážně „malé“ o velikosti přibližně 1 μm, které se dostávají až do plicních sklípků a jsou tudíž karcinogenní a rakovinotvorné [10].

3.3.10 Sloučeniny olova

Sloučeniny olova působí v lidském organismu jako silný jed, kdy napadají kostní dřeň a především krevní buňky. Vznikají zejména při spalování paliv, do kterých jsou přidávány přísady olova, jako antidetonátor. V dnešní době je přidávání těchto příměsí přísně zakázáno.

3.4 Měření emisí

Měření emisí (ME) se provádí pomocí stanovených metod, s použitím přístrojů a zařízení metrologicky návazných. Metody se liší dle konstrukce vozidla a to, zda jde o zážehový, či vznětový motor. Pravidelná měření se pak provádí ve Stanicích měření emisí (SME).

Měřením emisí se rozumí ověření identifikačních údajů vozidla, motoru a dalších homologačních štítků, dále kontrola technického stavu částí motorového vozidla, kontrola funkce a seřízení motoru. Dále se kontroluje příslušenství ovlivňující tvorbu škodlivých emisí ve výfukových plynech, následuje vlastní změření hodnot parametrů a vlastností popisujících emisní chování vozidla. Nakonec dojde k vyhodnocení výsledků měření [8].

Ať už v případě kladného, či záporného výsledku měření emisí, vystaví SME provozovateli vozidla „Protokol o měření emisí“ s vyznačeným výsledkem. V případě kladného závěru je protokol opatřen kontrolní zelenou nálepkou s vyraženým rokem a měsícem platnosti. Dříve se tato nálepka lepila přímo na registrační značku vozidla, nicméně od 1. 1. 2015 se lepí jako ověření správnosti na výše zmíněný protokol.

Aktuální podrobnosti k provádění měření emisí jsou zveřejňovány ve Věstníku dopravy vydávaném Ministerstvem dopravy ČR. Provádění ME je dáno vyhláškou 302/2001 Sb. [5].

3.4.1 Měření emisí zážehového motoru

U starších vozidel se zážehovými motory bez katalyzátoru nebo s neřízeným katalyzátorem se nejprve uskuteční vizuální kontrola skupin a dílů, které ovlivňují tvorbu emisí. Jde o soustavy palivovou, zapalovací, sací a výfukovou, kde se kontroluje úplnost, funkčnost a také těsnost. V další fázi se přistoupí ke kontrole seřízení motoru ohřátého na provozní teplotu při volnoběžných otáčkách, tzv. běhu naprázdno. To samé se opakuje i při zvýšených otáčkách na 2500–2800 min⁻¹. V obou případech se kontrolují a porovnávají hodnoty naměřené s hodnotami předepsanými výrobcem. Sledované jsou především CO a HC [6, 5].

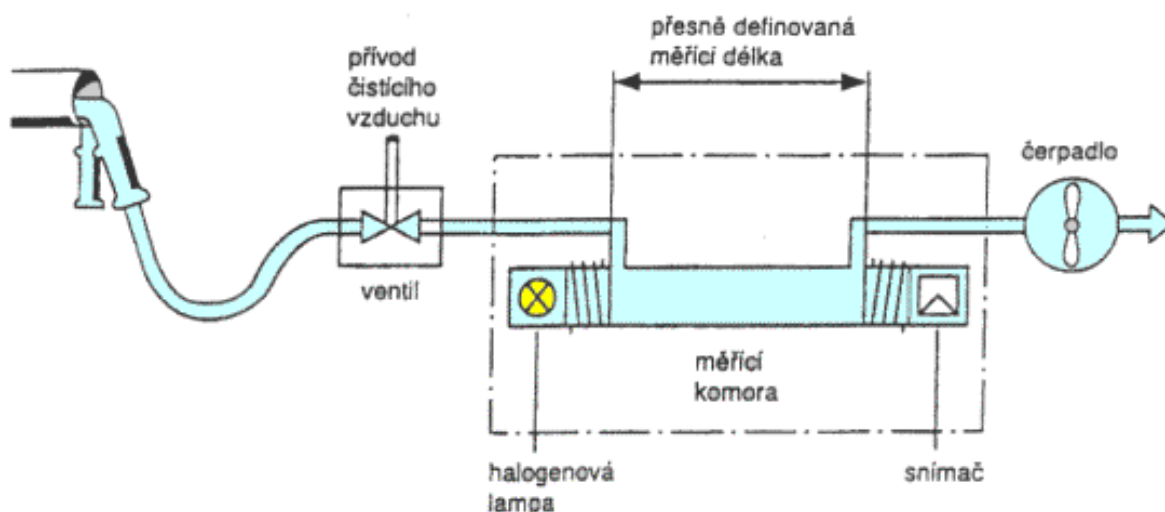
U vozidel se zážehovými motory s řízenými katalyzátory se opět jako první provede stejná vizuální kontrola, jako u vozidel s neřízeným systémem, nicméně doplněna o kontrolu stavu katalyzátoru, lambda sondy, přídatných systémů ke snižování emisí a také elektroinstalace. Následuje kontrola řídicího systému motoru s vyčtením paměti závad přes diagnostický systém EOBD, či OBD. Na provozní teplotu zahřátém motoru se provede kontrola obsahu CO i HC při běhu naprázdno a zároveň ve zvýšených otáčkách mezi 2500–2800 min⁻¹. Výsledky se porovnají s hodnotami, které předepisuje výrobce vozidla [5].

3.4.2 Měření emisí vznětového motoru

U vozidel se vznětovým motorem a neřízeným systémem se z počátku provede vizuální kontrola úplnosti, funkčnosti a těsnosti palivové, sací a výfukové soustavy. Kontroluje se i těsnost motoru a funkce přídavných zařízení pro eliminaci škodlivých plynů. Když je motor zahřátý na provozní teplotu, provede se kontrola pravidelnosti chodu motoru, jak při běhu naprázdno, tak při přeběhových (maximálních) otáčkách. Následuje kontrola kouřivosti metodou volné akcelerace. Tato metoda zjišťuje hodnotu kouřivosti vznětového motoru, při které motor přechází z volnoběžných do přeběhových otáček. Motor není nijak zatěžován, pouze vlastními setrvačnými hmotami. Po měření následuje závěrečné porovnání výsledků naměřených hodnot s hodnotami udávanými výrobcem a konstatování výsledku měření [5].

Vznětové motory s řízeným systémem mají také jako první vizuální kontrolu jednotlivých systémů, stejně jako motory s neřízeným systémem. Následuje ovšem kontrola řídicího systému motoru spolu s vyčtením paměti závad přes EOBD nebo OBD systém. Dále nastává kontrola seřízení motoru, podle předpisů výrobce, při ohřátém motoru na provozní teplotu a to při volnoběžných a přeběhových otáčkách. Kontrola kouřivosti je stejná, jak u neřízených systémů, tudíž metodou volné akcelerace. Zjištěné hodnoty měření se porovnají s předepsanými hodnotami výrobcem a dojde k vyhodnocení měření [5].

Samotné měření kouřivosti, tzv. opacity, se provádí pomocí metrologického zařízení zvaného opacimetr, který musí být schválen Ministerstvem dopravy ČR a následně metrologicky ověřen. Zjednodušené schéma přístroje je znázorněno na Obrázku 8. Jde o zařízení, které pracuje na principu měření optické hustoty ve výfukových plynech.

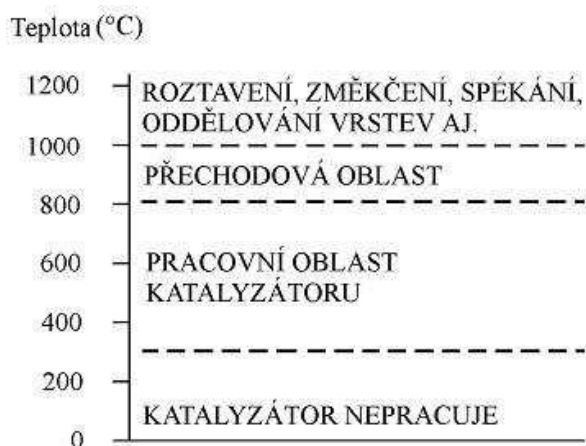


Obrázek 8 - Opacimetr pro měření kouřivosti vznětových motorů [9]

4 KATALYZÁTORY

Snaha omezit nepříznivé účinky dopravních prostředků na životní prostředí se stala v posledním dvacetiletí součástí základních požadavků na vývoj a provoz. Ve skutečnosti má však svou časovou posloupnost již od odstraňování nadměrného hluku a to přibližně z počátku 20. století, přes snižování kouřivosti vznětových motorů, to hlavně z důvodů bezpečnosti, až po současný komplexní přístup, formulovaný řadou předpisů, nařízení a norem s mezinárodní platností, která musí vozidla splňovat [6].

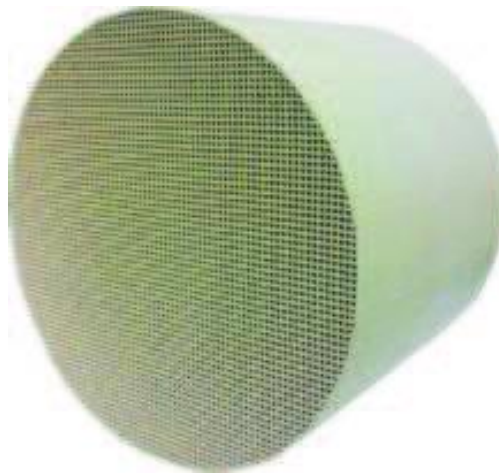
Katalyzátory jsou zařízení pro snižování obsahu škodlivin ve výfukových plynech, které vznikají během spalovacího procesu ve spalovacím prostoru motoru. Existuje spousta druhů a typů katalyzátorů, které lze na jednotlivých vozidlech nalézt. V současné době se na novějších typech vozidel vyskytují dokonce v různých kombinacích pro maximální efektivnost a eliminaci škodlivin. Pro správnou funkci katalyzátoru je nutné jeho zahřátí a udržování na provozní teplotě, kdy při nízké teplotě nepracuje a v opačném případě se poškodí, jak je patrné z Obrázku 9.



Obrázek 9 - Teplotní rozsah katalyzátorů [17]

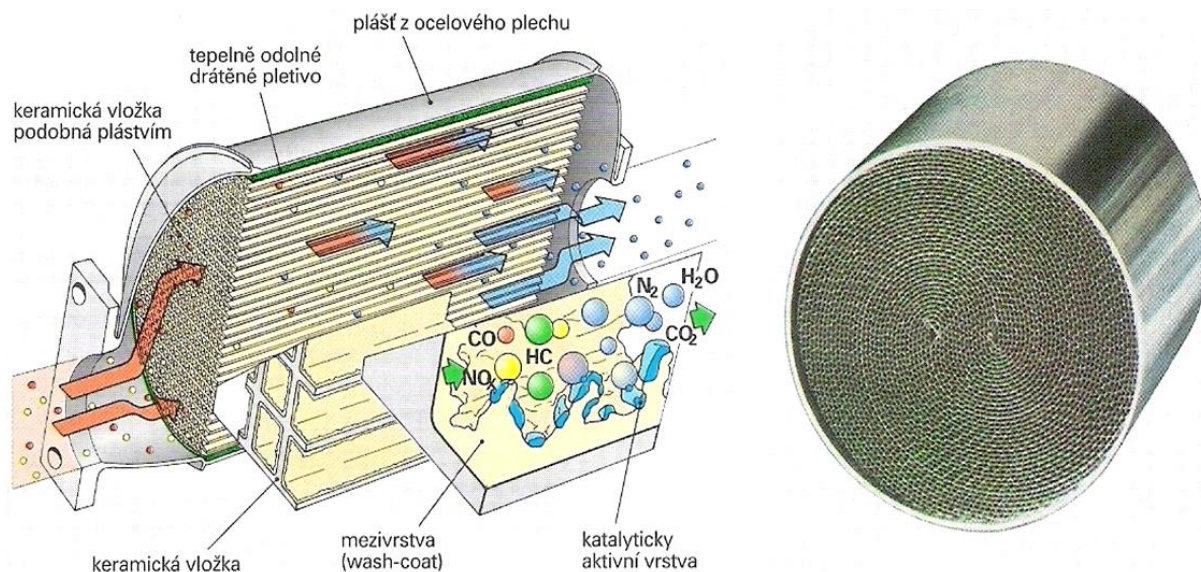
Správný název „katalytický konvertor“ a následný obecný (více známý) název katalyzátor je zařízení umístěné ve výfukovém systému motoru a na základě chemicko-tepelné reakce zajišťuje snižování některých emisních složek. Skládá se z ocelového plechového obalu a tělesa neboli nosiče (monolitu) obsahující aktivní katalytickou vrstvu. Používají se dva základní druhy nosičů a to keramické nebo kovové monolity [6].

Keramické monolity jsou tělesa protažena tisíci drobnými podélnými kanály a právě těmito kanály pak proudí výfukové plyny. Jak již z názvu vypovídá, materiálem je zde keramika, která je velmi odolná vůči vysokým teplotám. Samotný nosič, který velmi citlivě reaguje na mechanické namáhání, je upevněn v plechovém tělese, kde právě mezi plechovým obalem a vlastním tělesem se nachází elastická kovová vložka (tzv. pletivo) z vysoce legovaných ocelových drátů (průměr drátu je přibližně 0,25 mm). Vložka je poté velmi elastická, aby zachytila a utlumila všechny vlivy, které nepříznivě působí na křehký monolit. Jde především o tepelnou roztažnost obalu a tělesa monolitu, pulzující tlak výfukových plynů, otřesy vlivem jízdy přes nerovnosti apod. Současně slouží jako tepelná izolace [11].



Obrázek 10 - *Keramický monolit [15]*

Pokud je použit kovový nosič, jsou tyto katalyzátory umístěny velmi blízko k motoru jako předřazené před hlavním katalyzátorem, protože se po startu motoru rychle zahřejí na pracovní teplotu, která je velmi důležitá pro správnou činnost, dle Obrázku 9. Kovové monolity byly do nedávna velmi málo využívány, nicméně i přes vyšší cenu oproti keramickým, jsou dnes stále častěji aplikovány. Keramické i kovové monolity jsou potaženy nosnou vrstvou z oxidu hliníku, která následně zvětšuje účinnou plochu katalyzátoru několikanásobně krát. Na ní je nakonec nanášena katalyticky účinná vrstva [11].



Obrázek 11 - Katalyzátor s keramickým nosičem vs. kovový monolit [11]

4.1 Oxidační katalyzátor

Tento katalyzátor pracuje s přebytkem vzduchu, tzv. chudou zápalnou směsí a pomocí oxidace přeměňuje oxid uhelnatý a uhlovodíky na vodní páru a oxid uhličitý. Nevýhodou tohoto katalyzátoru je, že nesnižuje obsah oxidů dusíků a ty tak vycházejí z výfukového systému v nezměněném množství. Z tohoto důvodu se již tyto katalyzátory nevyužívají u zážehových motorů, jelikož nesplňují přísné emisní předpisy. Oproti tomu se oxidační katalyzátory používají stále u motorů vznětových, neboť snižování oxidů dusíku je řešeno pomocí recirkulace spalin [6].

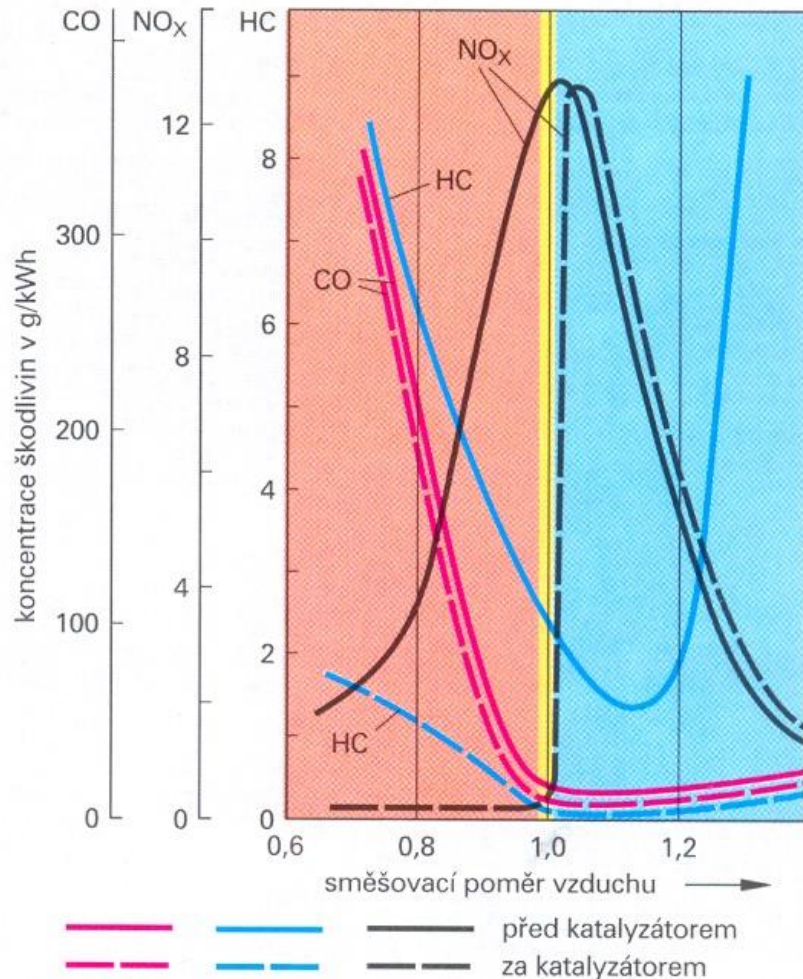
4.2 Redukční katalyzátor

Redukční katalyzátor snižuje pouze oxidy dusíku a oproti oxidačnímu katalyzátoru, zde musí motor pracovat s bohatou směsí. Tyto katalyzátory využívají aktivní vrstvy platiny a rhodia. Oxidy dusíku následně reagují s oxidem uhelnatým a vzniká dusík s oxidem uhličitým.

4.3 Třícestný katalyzátor

Někdy se mohou tyto katalyzátory označovat také jako trojčinné, třísložkové nebo řízené katalytické systémy. Aktivní vrstva je zde doplněna mimo platiny a rhodia také o palladium. To ve výsledku znamená, že tento typ katalyzátoru dokáže přeměňovat všechny tři hlavní škodlivé látky a to oxid uhelnatý, uhlovodíky i oxidy dusíku. Vše samozřejmě současně a s vysokou účinností, přibližně 95 %.

Předpokladem správné funkce a takto vysoké účinnosti je nutné použití lambda regulace, tudíž motor v maximální míře pracuje se stechiometrickou směsí, jak je patrné z Obrázku 12. V opačném případě se účinnost katalyzátoru sníží přibližně na 50 % [6].



Obrázek 12 - Snížení emisí v závislosti na složení zápalné směsi [6]

Další zvětšení aktivního povrchu lze dosáhnout tak, že stěny buněk monolitu jsou opatřeny mezivrstvou z oxidu hlinitého a tzv. podporovatelů reakce (promotorů). Povrch se tak zvětší až 7000 krát a právě tak se zvýší katalytický účinek. Pokud provedeme srovnání, při objemu 1 litru monolitu je pak celkový povrch až 21 000 m², což tvoří asi dvě fotbalová hřiště [17].

4.4 Čtyřcestný katalyzátor

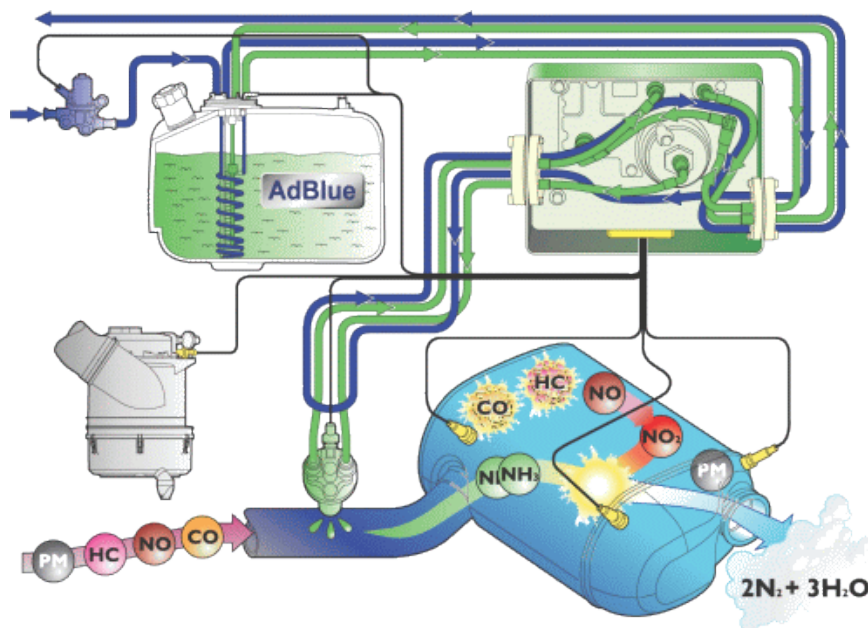
Zařízení nazývané čtyřcestný katalyzátor, označováno také zkratkou DPNR, neboli Diesel Particulate NO_x Reduction, je kombinace třicestného katalyzátoru a filtru pevných částic v jednom ocelovém obalu. Účinnost závisí na zápalné směsi ve spalovacím prostoru řízené elektronikou motoru, respektive následně na složení výfukových plynů [17].

4.5 Zásobníkový katalyzátor

Tento katalyzátor při spalování chudé směsi (může být použit pouze u vozidel vybavených přímým vstřikováním paliva) dokáže vázat oxidy dusíku pomocí absorbčního materiálu, kdy jde např. o oxidy barya ve formě pevných dusičnanů. V okamžiku, kdy je absorbční materiál „plný“ dusičnanů, v provozu tak nastane během jedné minuty, dojde následně ke krátkodobému obohacení směsi a to přibližně na 1–2 s. Po jejím shoření se nespálené uhlovodíky spolu s oxidem uhelnatým dostávají do katalyzátoru, kde slouží za přítomnosti ušlechtilých kovů jako redukční prostředek a rozloží dusičnany zpět na oxidy dusíku. Tyto oxidy pak reagují s uhlovodíky a oxidem uhelnatým za přítomnosti katalytických kovů, jak je tomu u třicestných katalyzátorů. Po této přeměně je absorbční materiál „vyprázdněn“ neboli regenerován a proto schopen znovu přijímat oxidy dusíku. Nevýhodou je nucené krátkodobé obohacení směsi, což vede ke zvyšování spotřeby paliva přibližně o 2 % [6].

4.6 SCR katalyzátor

Selective catalytic reduction (SCR) je katalyzátor pro snižování NO_x ve výfukových plynech, kdy samotné snižování probíhá pomocí močoviny, která je vstřikována do výfukového potrubí a zde se přeměňuje na amoniak. Ten následně reaguje s oxidy dusíku a vzniká dusík a vodní pára. SCR katalyzátor může být doplněn ještě i o oxidační katalyzátor. Princip funkce je zobrazen na Obrázku 13. Uvedené aditivum se nazývá AdBlue a jde o 32,5 % roztok močoviny. Zvláštní nádrž vozidla, kde je pak AdBlue umístěno, musí být vyhřívána a to především v zimním období od $-11\text{ }^\circ\text{C}$, kdy AdBlue tuhne [7].

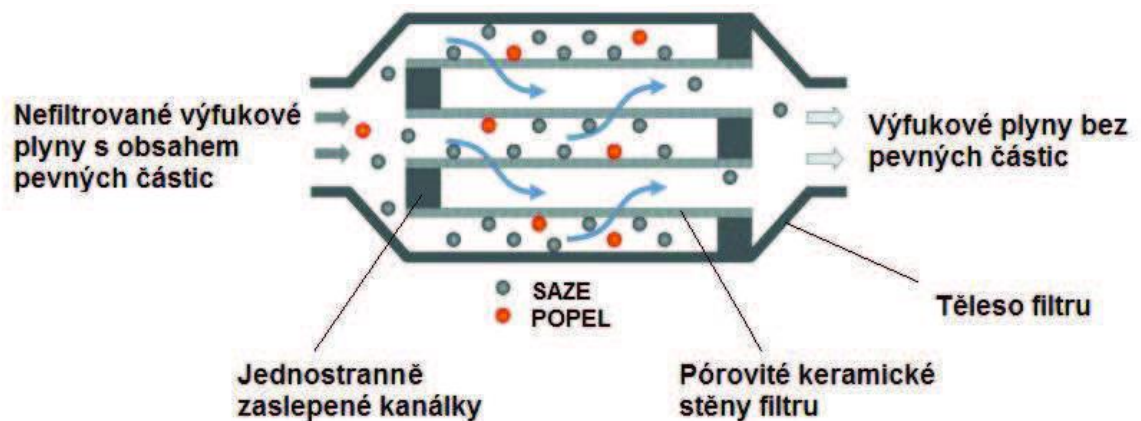


Obrázek 13 - Funkce SCR katalyzátoru [16]

4.7 Filtr pevných částic

Diesel Particulate Filter, neboli filtr DPF je zařízení určené pro eliminaci pevných částic vznikajících při spalování. DPF je založen na principu účinné filtrace spalin přes speciální porézní keramický filtr, jehož kanálky jsou uzavřené, tudíž na filtru zůstane zachycen veškerý pevný materiál, především uhlíkaté částice. Princip funkce je znázorněn na Obrázku 14. Během provozu vozidla dochází na filtru k postupnému hromadění částic uhlíku, tím zvyšování tlaku ve výfukovém potrubí a proto po nějaké době je třeba tyto částice z filtru odstranit, neboli provést regeneraci. Částečná pasivní regenerace probíhá i během vhodných podmínek při normálním provozu, nicméně ta není dostatečná a je nutné provést regeneraci aktivní. Ta spočívá ve speciálním režimu vstřikování paliva a zvýšení tak teploty výfukových plynů na 500–600 °C. Pro dokonalé spálení částic a důkladnou regeneraci filtru je nutné tuto teplotu udržet po určitou dobu [14].

Filtry DPF jsou vybavena především vozidla se vznětovými motory a zejména novější vozy se bez nich neobejdou z důvodu zpřísnění emisních limitů pro pevné částice. V současné době se řeší, zda DPF filtry nebudou muset mít i vozy se zážehovými motory, jelikož novely a zpřísněné požadavky to budou nejspíše vyžadovat.



Obrázek 14 - *Princip funkce DPF [12]*

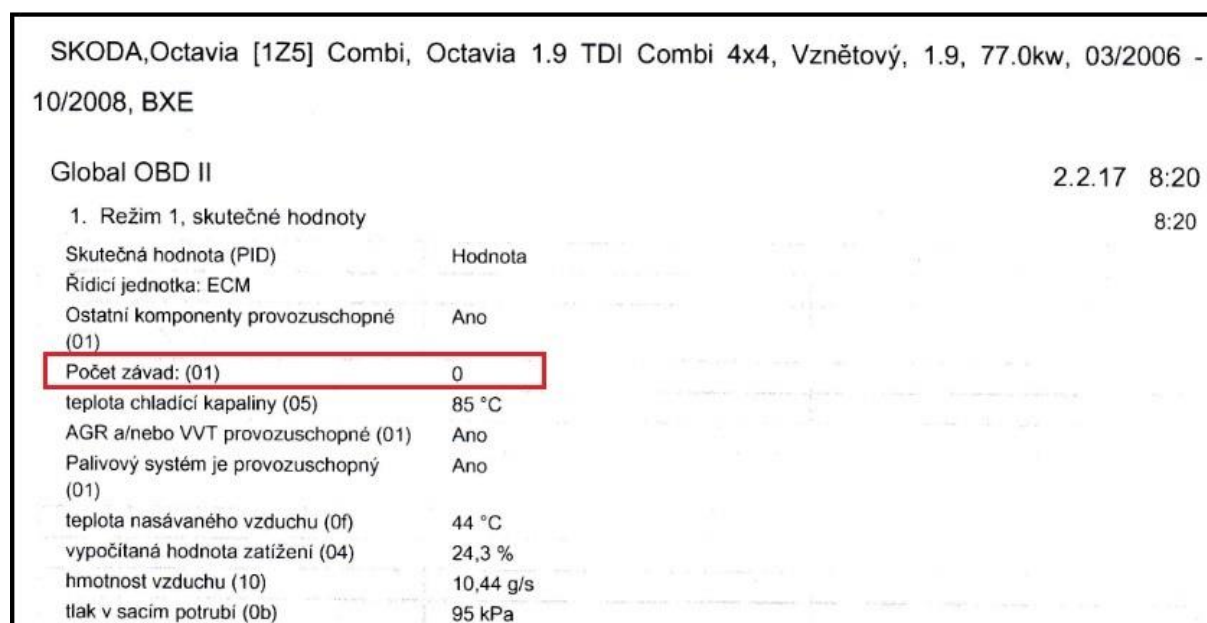
5 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

Hlavním účelem této práce je porovnání výsledků měření emisí a hluku motoru při použití klasického paliva a následně paliva s palivovým kondicionérem na konkrétním automobilu. Jako měřený objekt byl vybrán osobní vůz Škoda Octavia II Combi 4x4, se vznětovým motorem 1,9 TDi o výkonu 77 kW. Rok výroby vozu je 2008 a především z tohoto důvodu byl vybrán právě tento automobil, kdy jde o jeden z posledních modelů vznětového motoru, který nedisponuje ve výfukovém systému filtrem pevných částic (DPF) a výsledky měření, především hodnoty kouřivosti motoru, tak mohou být tedy více průkazné a objektivní.

Jako vhodný palivový kondicionér byl vybrán „Power Car Tab“ distributora Aquel Bohemia, s.r.o., který je poměrně dost známý mezi veřejností a dle provedeného průzkumu je v současné době nejvíce poptávaný ze všech palivových kondicionérů. Navíc výrobce zde deklaruje znatelné rozdíly chování motoru již po poměrně krátké době užívání kondicionéru.

Ať už při měření emisí nebo hluku, bylo měření prováděno vždy za stejných podmínek a shodnými postupy, pro následné možné porovnání naměřených výsledků.

Před každým vlastním měřením byla provedena vizuální kontrola vozidla s následnou diagnostikou motoru, kdy šlo o vyčtení paměti závad z dat řídicí jednotky vozidla a vždy s nulovým (žádným) záznamem o poruše, jak je patrné z Obrázku 15 a z Obrázku 16. Automobil se tudíž vždy jevil jako naprosto v pořádku a tedy adekvátní k vlastnímu měření.



SKODA, Octavia [1Z5] Combi, Octavia 1.9 TDI Combi 4x4, Vznětový, 1.9, 77.0kw, 03/2006 - 10/2008, BXE	
Global OBD II	2.2.17 8:20
1. Režim 1, skutečné hodnoty	8:20
Skutečná hodnota (PID)	Hodnota
Řídicí jednotka: ECM	
Ostatní komponenty provozuschopné (01)	Ano
Počet závad: (01)	0
teplota chladicí kapaliny (05)	85 °C
AGR a/nebo VVT provozuschopné (01)	Ano
Palivový systém je provozuschopný (01)	Ano
teplota nasávaného vzduchu (0f)	44 °C
vypočítaná hodnota zatížení (04)	24,3 %
hmotnost vzduchu (10)	10,44 g/s
tlak v sacím potrubí (0b)	95 kPa

Obrázek 15 - Výřez z protokolu skutečných hodnot před 1. měřením [autor]

SKODA,Octavia [1Z5] Combi, Octavia 1.9 TDI Combi 4x4, Vznětový, 1.9, 77.0kw, 03/2006 - 10/2008, BXE	
Global OBD II	4.5.17 11:34
1. Režim 1, skutečné hodnoty	11:34
2. Režim 1, skutečné hodnoty	11:37
Skutečná hodnota (PID)	Hodnota
Řídicí jednotka: ECM	
Ostatní komponenty provozuschopné (01)	Ano
Poččet závad: (01)	0
teplota chladicí kapaliny (05)	85 °C
AGR a/nebo VVT provozuschopné (01)	Ano
Palivový systém je provozuschopný (01)	Ano
teplota nasávaného vzduchu (0f)	56 °C
vypočítaná hodnota zatížení (04)	27,1 %
hmotnost vzduchu (10)	6,38 g/s
tlak v sacím potrubí (0b)	94 kPa

Obrázek 16 - Výřez z protokolu skutečných hodnot před 2. měřením [autor]

5.1 Základní údaje

Jak již bylo zmíněno, za měřený objekt (vozidlo) byl zvolen osobní automobil Škoda Octavia II Combi 4x4. Vznětový motor tohoto automobilu, spolu s emisním systémem, se zdál nejvíce vhodný pro vlastní měření a následnou porovnatelnost výsledků, kdy parametry motoru a emisního systému jsou patrné z Tabulky 5. V tabulce je vyjádřen počáteční stav kilometrů, neboli stav ujetých kilometrů do prvního měření (měření bez použití palivového kondicionéru) a následný stav, kterým je myšlen stav počítadla, kdy bylo prováděno druhé měření, tedy po aplikaci palivového kondicionéru. Všechny tyto hodnoty jsou zaznamenány v Tabulce 5. Nájezd mezi prvním a druhým měřením je 4 476 kilometrů.

Tabulka 5 - Základní údaje vozidla [autor]

Měřený objekt (vozidlo)	Škoda Octavia II Combi 4x4
Motor	vznětový, 1,9 TDi, 77 kW, typ BXE
Palivo	motorová nafta
Rok výroby vozidla	2008
Typ emisního systému	řízený s OBD, oxidační katalyzátor, bez DPF
Počáteční stav kilometrů	282 028
Následný stav kilometrů	286 504
Ujetá vzdálenost [km]	4 476

Název použitého palivového kondicionéru, stejně jako datum první a poslední aplikace palivového kondicionéru do vozidla, je uveden v Tabulce 6. Mezi touto dobou byl počet aplikovaných tablet přesně 9 ks. Aplikace byla prováděna i po polovinách, či čtvrtinách tablet a to vždy v závislosti následného dotankovávaného množství litrů paliva. Aplikace tablety se provádí vždy bezprostředně před čerpáním pohonných hmot a to z toho důvodu, aby tableta nezůstala např. v nalévacím hrdle, kudy se tableta vhazuje do palivové nádrže. Jedna celá tableta je určena pro 40 l benzínu, nebo motorové nafty.

Celkem bylo dotankováno při používání těchto tablet 346,5 litrů paliva.

Tabulka 6 - *Základní údaje palivového kondicionéru [autor]*

Použitý palivový kondicionér	Power Car Tab
Datum první aplikace	02. 02. 2017
Datum poslední aplikace	28. 04. 2017
Počet aplikovaných tablet	9
Natankované palivo s palivovým kondicionérem [l]	346,5

Veškerá měření byla uskutečněna ve Stanici měření emisí společnosti ZDAR, a.s. ve Žďáru nad Sázavou. Použité měřicí zařízení je zaznamenáno v Tabulce 7. První měření pak proběhlo v dopoledních hodinách 02. února 2017. Následné druhé měření se uskutečnilo po třech měsících používání palivového kondicionéru a to 04. května 2017, jak je uvedeno v Tabulce 7.

Tabulka 7 - *Základní ostatní údaje [autor]*

Místo měření	ZDAR, a.s. (SME Žďár nad Sázavou)
Použité zařízení měření emisí	opacimetr MAHA MDO - 2; Software DEKRA Emise (2016.0.3)
Použité zařízení měření hluku	hlukoměr VOLTCRAFT 322 Datalog
Datum prvního měření	02. 02. 2017
Datum druhého měření	04. 05. 2017
Časový rozdíl prvního a druhého měření	3 měsíce

5.2 Měření emisí

Ve čtvrtek 02. února 2017 se ve Stanici měření emisí ve Žďáru nad Sázavou uskutečnilo první měření pro zjištění aktuálních emisních hodnot při používání klasického paliva, konkrétně při používání motorové nafty u vozu Škoda Octavia II se vznětovým motorem 1,9 TDi.

Měření probíhalo dle metodického postupu měření emisí schváleného Ministerstvem dopravy ČR s použitím metrologicky ověřených zařízení. Před samotným měřením kouřivosti byla provedena diagnostika motoru s vyčtením paměti závad, která byla následně bez záznamu. Hodnota korigovaného součinitele absorbce, kterou udává výrobce, a kterou musí následně vozidlo splňovat, byla automaticky vygenerována měřícím zařízením pracující on-line. Jde o maximální možnou hodnotu, která zaručuje splnění emisních požadavků, tedy kladný výsledek měření a tzv. „projití“ měřením emisí. V našem případě jde o hodnotu 1,00 m⁻¹.

Následně došlo na samotné měření a hodnota kouřivosti během čtyř po sobě jdoucích měření byla vždy 1,11 m⁻¹, jak je patrné z Obrázku 17. To znamená, že pokud by šlo o pravidelné měření emisí, tak by vozidlo nesplnilo emisní požadavky a následně by neprošlo pravidelnou technickou kontrolou, a tudíž by nemohlo být provozováno na pozemních komunikacích.

Kompletní protokol ME včetně příloh je uveden na konci této práce jako Příloha B a C.

Výsledek vizuální kontroly:	VYHOVUJE	
Výsledek kontroly readiness kódů:	Nastavené Mil:nesvíti	
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	Bez záznamu. Celkem 0 závad	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Bez závad	
Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 1000	830
Přeběhové	4650 - 5050	4850
Korigovaný součinitel absorbce (ze štítku) [1/m]		1,00
Hodnota kouřivosti naměřená [1/m]:		1,11
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:	dovolené	0,25
	naměřené	0,00

Použitý kouloměr (výrobce, typ): MAHA MDO-2; ; Software DEKRA Emise (2016.0.3)

Obrázek 17 - Výřez z protokolu 1. měření (před použitím paliv. kondicionéru) [autor]

Po konzultaci s techniky SME, kteří se emisní problematikou zabývají již několik let, lze toto překročení limitní hodnoty, konkrétně o 0,11 m⁻¹, přiřadit kvalitě motorové nafty.

Po tříměsíčním používání palivového kondicionéru Power Car Tab, se znovu ve SME společnosti ZDAR, a.s., Žďár nad Sázavou, uskutečnilo druhé měření pro zjištění následných emisních hodnot a to konkrétně ve čtvrtek 04. května 2017.

Měření opět probíhalo dle stejného metodického postupu měření emisí schváleného Ministerstvem dopravy ČR s použitím metrologicky ověřených zařízení, tak jako při měření prvním. Součástí bylo samozřejmě mimo jiné také vyčtení paměti závad řídicí jednotky motoru, která byla znovu bez záznamu poruchy, tudíž se mohlo přistoupit k vlastnímu měření.

Z výsledků prvního měření 02. února 2017 vozidlo nesplnilo emisní limity kouřivosti motoru, které byly překročeny o $0,11 \text{ m}^{-1}$ a bylo tedy velké očekávání, jaké výsledky vzejdou právě z tohoto měření. Hodnota kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření byla opět neměnná, a tudíž bez rozptylu. Jak je znázorněno na Obrázku 18, vždy byla změřena hodnota kouřivosti $1,08 \text{ m}^{-1}$. Vzhledem k tomu, že limit je $1,00 \text{ m}^{-1}$, tak pokud by se jednalo o pravidelné měření emisí s následnou pravidelnou technickou kontrolou, vozidlo by muselo být opět uznáno za nezpůsobilé, stejně jako při prvním měření.

Kompletní protokol ME včetně příloh je uveden na konci této práce jako Příloha E a F.

Výsledek vizuální kontroly:		VYHOVUJE	
Výsledek kontroly readiness kódů:		Nastavené	
		Mil:nesvíti	
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:		Bez záznamu. Celkem 0 závad	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:		Bez závad	
Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené	
Volnoběžné	800 - 1000	830	
Přeběhové	4650 - 5050	4860	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [1/m]		1,00	
Hodnota kouřivosti naměřená [1/m]:		1,08	
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:		dovolené	0.25
		naměřené	0,00

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): MAHA MDO-2; ; Software DEKRA Emise (2016.0.3)

Obrázek 18 - Výřez z protokolu 2. měření (po použití paliv. kondicionéru) [autor]

Po opětovné konzultaci se zkušenými techniky SME byl konstatován závěr, že na překročení limitní hodnoty má znovu vliv především původní kvalita motorové nafty. Nutno podotknout, že tankování pohonných hmot bylo prováděno vždy u jedné a též čerpací stanice ve Žďáru nad Sázavou. Na jednu stranu došlo ke zlepšení sledovaných hodnot, nicméně rozdíl výsledků prvního a druhého měření je pouze $0,03 \text{ m}^{-1}$ a k deklarovanému výraznému zlepšení stavu a splnění následně i emisních limitů pro vozidlo tudíž nedošlo.

5.3 Měření hluku

Podobně jako měření emisí, tak i měření hluku bylo provedeno dvakrát. Nejdříve první měření pro zjištění hlukových hodnot motoru při používání klasického paliva a následně druhé měření již při používání paliva s přidáním palivového kondicionéru po dobu v trvání tří měsíců. Obě měření se uskutečnila ve stejných termínech jako měření emisí. První tedy proběhlo 02. února 2017 a druhé 04. května 2017.

Samotné měření hluku bylo prováděno dle vlastní definované měřicí metody. Výška umístění mikrofону byla stanovena na 1,1 m od podlahy. Vzdálenost mikrofону od vozidla, při půdorysném pohledu, byla zvolena na 0,2 m, souměrně na střed vozidla s otevřenou kapotou. Okolí vozidla zůstalo prázdné, kdy nejbližší stěna byla vzdálena 2,0 m a ostatní překážky vzdáleny více jak 6,5 m, jak je uvedeno v Tabulce 8.

Ukázka z měření je poté vidět na Obrázku 19.

Sledována byla během vlastního měření vždy pouze maximální zaznamenaná hodnota hlukoměru a to při volnoběžných otáčkách (po dobu 30 s) a při přeběhových otáčkách po dobu 5 s.

Měření bylo opakováno celkem třikrát a z naměřených hodnot byla vypočtena hodnota průměrná, která je i s ostatními údaji zaznamenána v Tabulce 8.



Obrázek 19 - Ukázka z měření hluku motoru [autor]

Rozdíl průměrných naměřených hodnot hluku motoru u volnoběžných otáček mezi prvním a druhým měřením je 0,3 dB. Následně u přeběhových otáček jde o rozdíl 0,4 dB, jak je patrné z Tabulky 8. Výsledky napovídají, že se o nikterak velké rozdíly nejedná. Protože přesnost měření použitého hlukoměru je $\pm 1,5$ dB, neznamená naměřený rozdíl průkazné snížení hlučnosti motoru.

Tabulka 8 - Měření hluku motoru [autor]

	1. měření (02. 02. 2017)	2. měření (04. 05. 2017)
Použité měřicí zařízení	hlukoměr VOLTCRAFT 322 Datalog	
Použitý váhový filtr	váhový filtr A	
Výška umístění mikrofonu od podlahy [m]	1,1	
Vzdálenost mikrofonu od vozidla při půdorysném pohledu [m]	0,2	
Umístění mikrofonu k vozidlu	přední část, na střed vozidla, s otevřenou kapotou	
Vzdálenost nejbližšího objektu (stěny) [m]	2,0	
Vzdálenost ostatních objektů [m]	> 6,5	
Max. hluk při volnoběžných otáčkách po 30 s [dB]	72,1	71,7
	71,9	71,8
	72,0	71,6
Průměrná hodnota max. hluku při volnoběžných otáčkách po 30 s [dB]	72	71,7
Rozdíl průměrných hodnot max. hluku při volnoběžných otáčkách [dB]	- 0,3	
Max. hluk při přeběhových otáčkách po 5 s [dB]	101,9	101,6
	101,7	101,4
	102,1	101,5
Průměrná hodnota max. hluku při přeběhových otáčkách po 5 s [dB]	101,9	101,5
Rozdíl průměrných hodnot max. hluku při přeběhových otáčkách [dB]	- 0,4	

6 ZÁVĚR

Doprava je obecně považována za základ každé ekonomiky, neboť vytváří jádro každého dodavatelského řetězce, podporuje ekonomickou integraci a fungování vnitřního trhu Evropské unie (EU) je bez ní nemyslitelné. Doprava s sebou však vedle přínosů nese i určitá negativa a to od ekonomických, sociálních až po environmentální.

Mezi zásadní problémy, s kterými se současná společnost potýká, patří negativní vliv spalovacích motorů dopravních prostředků, ať již v produkci emisí či hluku, na životní prostředí a zdraví obyvatelstva. Je proto neustálou snahou hledat řešení, kterými lze podíl těchto činitelů eliminovat. Z tohoto důvodu je bakalářská práce zaměřena na hodnocení vlivu používání palivových kondicionérů na produkci emisí a hluku.

V teoretické části bakalářské práce jsou shrnuty poznatky týkající se klasických uhlovodíkových paliv pro dopravní prostředky, konkrétně nejčastěji využívané silničními vozidly, a to je benzin a motorová nafta. Práce následně řeší problematiku spalování těchto paliv v samotných motorech, kdy v návaznosti popisuje látky vznikající během spalovacího procesu. Podstatnou část práce tvoří také popis vybraných zařízení (katalyzátorů) pro eliminaci zmíněných škodlivin neboli emisí.

Jak napovídá z názvu práce, tak jednou z možností snižování emisí z dopravních prostředků je používání palivových kondicionérů, jinak řečeno palivových aditiv. Jde o přísady do kapalných uhlovodíkových paliv, které mají ovlivňovat jejich kvalitu pro následné spalování. Vybrané palivové kondicionéry jsou v této práci popsány a z provedeného průzkumu jsou vypsány nejvíce poptávané veřejností. Názory výrobců a samotných uživatelů těchto aditiv se různí. Výrobci palivových kondicionérů deklarují zlepšení vlastností motoru v podobě vyššího výkonu, nižší spotřeby paliva, nižší produkce škodlivých emisí až o 90 %, snížení hluku a vyšší ochranu motoru. Naopak na internetových diskusích někteří uživatelé uvádějí, že nezaznamenali při používání palivových kondicionérů žádný z deklarovaných efektů, proto se nabízí otázka, zda se nejedná pouze o obchodní tah výrobců daných aditiv. Z toho důvodu bylo provedeno měření emisí a hluku diesellového motoru na voze Škoda Octavia bez a s použitím palivového kondicionéru, kde výsledky jednotlivých měření a jejich interpretace jsou uvedeny v kap. 5. Za sledovaný palivový kondicionér byl vybrán přípravek Power Car Tab, který je dle provedeného průzkumu veřejností nejvíce využíván, navíc výrobce deklaruje znatelné rozdíly chování motoru již po relativně krátké době.

Používání uvedeného kondicionéru bylo po dobu tří měsíců a s nájedem 4 476 kilometrů. Byly tak splněny veškeré požadavky zadané výrobcem pro jednoznačné rozpoznání funkčnosti aditiva, nicméně rozdíly výsledků měření emisí a hluku motoru před a po aplikaci palivového kondicionéru jsou takřka zanedbatelné. Dokonale tak korespondují s výsledky výzkumu pánů Ing. Jaroslava Černého, CSc. z TriboChem Praha a doc. Ing. Pavla Šimáčka, Ph.D. z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze [14], kteří sledovali změny oxidační stability paliv při použití palivového kondicionéru a bez jeho použití. I když se nejednalo o stejný přípravek, výsledek vlivu palivového kondicionéru na palivo a následně na motor a parametry vozidla je totožný – nedochází k žádné znatelné změně.

V obou případech měření této práce sice došlo k nepatrnému zlepšení parametrů, ovšem jasně rozpoznatelný vliv kondicionéru nenastal a rozdíl naměřených výsledků lze přiřadit především původní kvalitě paliva ještě bez aplikované palivové tablety Power Car Tab a přesnosti použitých měřících zařízení.

Závěrem tedy nelze jednoznačně konstatovat, zda zvolený palivový kondicionér má nebo nemá zásadní vliv na funkci spalovacího motoru. Nastává totiž otázka, zda by se sledované hodnoty výrazněji měnily po delší době užívání, např. jeden rok a více. Zajímavé by dále bylo, provést měření výkonu, či normované měření spotřeby před a po aplikaci palivového kondicionéru. Tato problematika je tedy následně vhodná k dalšímu výzkumu.

7 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] Palivový kondicionér 3 v 1. *Power Car Tab* [online]. [cit. 2017-05-15].
Dostupné z: <http://www.powercartab.cz>
- [2] VLK, František. *Paliva a maziva motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2006.
ISBN 80-239-6461-5
- [3] Šetriče paliva. *Setrice* [online]. [cit. 2017-05-15].
Dostupné z: https://www.setrice.eu/Setrice-paliva-c3_0_1.htm
- [4] MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. Praha: Grada, 2005.
ISBN 80-247-0350-5
- [5] POŠTA, Josef. *Oprávenství a diagnostika I: pro 1. ročník UO Automechanik*.
2., aktualiz. vyd. Praha: Informatorium, 2008. ISBN 978-80-7333-058-3
- [6] JAN, Zdeněk, ŽDÁNSKÝ, Bronislav. *Automobily IV – Příslušenství*, Avid Brno,
3. vydání, 2010, 313 s, ISBN 978-80-87143-16-2
- [7] VLK, František. *Vozidlové spalovací motory*. Brno: František Vlk, 2003.
ISBN 80-238-8756-4
- [8] KLEPRLÍK, Jaroslav. *Silniční doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2011.
ISBN 978-80-7395-451-2
- [9] Opacimetr pro měření kouřivosti vznětových motorů. *ottp.fme.vutbr* [online].
[cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://ottp.fme.vutbr.cz/skripta/vlab/vozidla/ka01-08.htm>
- [10] VÁCHA, Marek. *Tváří v tvář Zemi*. Praha: Nakladatelství Cesta, 2013.
ISBN 978-80-7295212-0
- [11] Katalyzátory motorových vozidel. *tznj* [online]. [cit. 2017-05-08].
Dostupné z: http://www.tznj.cz/uploads/ucebnice_top1/files/16.html
- [12] THORZ, František. *Emise, jejich měření a principy konstrukce systémů pro jejich
snižování*. Brno, 2011. Bakalářská práce. VUT v Brně. Fakulta Strojního inženýrství
- [13] Boogie Energy Pill. *Palivový kondicionér* [online]. [cit. 2017-05-15].
Dostupné z: <http://www.boogieenergypill.cz>
- [14] Černý, J., Šimáček, P.: Úsporné tablety do paliva – obchod s lidskou důvěřivostí. *Kniha
přednášek mezinárodní konference Tribotechnika v provozu a údržbě 2016*. Sněžné-
Milovy, 8. 11. – 9. 11. 2016. str. 9-14. Vysoká škola báňská – Technická univerzita
Ostrava. ISBN 978-80-248-3976-9
- [15] Apexhaust technology [online] [cit. 2017-05-08]. *Catalyst Technology*. Dostupné z:
http://www.apexhaust.com/index.php/products_technologies/view/catalyst_technology
- [16] Motor svět. *Motoristická učebnice* [online]. [cit. 2017-05-10].
Dostupné z: http://www.motorsvet.cz/motoristicka_ucebnice/adblue
- [17] MUSIL, Milan. *Katalytické systémy osobních automobilů*. Brno, 2011. Bakalářská práce.
Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta

8 PŘÍLOHY

Příloha A – <i>Skutečné hodnoty – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]</i>	45
Příloha B – <i>Protokol ME – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]</i>	46
Příloha C – <i>Příloha protokolu ME – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]</i>	47
Příloha D – <i>Skutečné hodnoty – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]</i>	48
Příloha E – <i>Protokol ME – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]</i>	49
Příloha F – <i>Příloha protokolu ME – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]</i>	50

Příloha A – Skutečné hodnoty – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]

ESI[tronic] 2.0

ESI[tronic] 2.0 Verze 10.2.2125 2.2.17 8:20



ZDAR, a.s.

Jihlavská 759/4 59101 Žďár nad Sázavou

VIN: TMBKS21Z282151384

Č. zakázky :
 Číslo zákazníka :
 Označení :
 Kilometrový stav :
 Uv. do prov. :
 Mechanik :
 Telefon :
 Fax :

Tel. (soukromý) :
 Tel. (zaměstnání) :

SKODA, Octavia [1Z5] Combi, Octavia 1.9 TDI Combi 4x4, Vznětový, 1.9, 77.0kw, 03/2006 - 10/2008, BXE

Global OBD II

2.2.17 8:20

1. Režim 1, skutečné hodnoty

8:20

Skutečná hodnota (PID)	Hodnota
Řídící jednotka: ECM	
Ostatní komponenty provozuschopné (01)	Ano
Počet závad: (01)	0
teplota chladicí kapaliny (05)	85 °C
AGR a/nebo VVT provozuschopné (01)	Ano
Palivový systém je provozuschopný (01)	Ano
teplota nasávaného vzduchu (0f)	44 °C
vypočítaná hodnota zatížení (04)	24,3 %
hmotnost vzduchu (10)	10,44 g/s
tlak v sacím potrubí (0b)	95 kPa
Stav MIL (01)	stav MIL vyp.
počet ujetých kilometrů s aktivovanou MIL (21)	0 km
Stav OBD (1c)	certifikováno EOBD
Otáčky motoru (0c)	831 1/min
poloha škrtkové klapky (11)	100 %
rychlost (0d)	0 km/h

Příloha B – Protokol ME – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]



Název a sídlo SME: ZDAR, a.s.

Jihlavská 759/4
59101 Žďár nad Sázavou
Tel.: 566696137
Fax:



IČO: 46965815
DIČ: CZ46965815

SME č. 57.14.02

PROTOKOL č.:

o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla:
Typ vozidla: OCTAVIA II	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BXE	Registrační značka: X XX-XX
Číslo motoru *): NEEVIDOVÁNO	VIN: #TMBKS21Z282151384
Stav počítače ujeté vzdálenosti: 282028	Datum první registrace:
Typ emisního systému: Řízený s OBD	Palivo: NAFTA
Provozovatel vozidla (jméno, adresa): 00, 00, 00	

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly:	VYHOVUJE	
Výsledek kontroly readiness kódů:	Nastavené	
	Mil:nesvíti	
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	Bez záznamu. Celkem 0 závad	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Bez závad	
Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 1000	830
Přeběhové	4650 - 5050	4850
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [1/m]		1,00
Hodnota kouřivosti naměřená [1/m]:		1,11
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:	dovolené	0,25
	naměřené	0,00

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): MAHA MDO-2; ; Software DEKRA Emise (2016.0.3)

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky: **VIN: TMBKS21Z282151384**
Detailní výpis výsledků kontroly emisí je uveden v příloze tohoto protokolu
Typ motoru instalovaného ve vozidle souhlasí s typem motoru uvedeným v dokladech
Kouřivost 1. výfuk mimo předepsané hodnoty
Povinnou součástí protokolu je příloha o vyčtení řídicí jednotky a Readiness code.
Účel měření - Výsledky měření budou sloužit jako podklady pro vypracování BP.

Vozidlo z hlediska měření emisí **NEVYHOVUJE**
 Příští měření emisí v termínu do -----
 Měření emisí provedl **Chroust Josef**, osvědčení ev. č. **4000364**
 Datum provedení měření emisí: **2.2.2017** **Za správnost:**
 Za správnost:



[Handwritten signature]
podpis

*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla

**) Nehodící se škrtněte

Příloha C – Příloha protokolu ME – měření před aplikací paliv. kondicionéru [autor]

Datum a čas měření: **02.02.17 08:49**

Číslo protokolu:

VIN: **#TMBKS21Z282151384**

Komunikační protokol: **ISO14230**

Identifikační řetězce:

CALID: **03G906021LB9251**

CVN: **n/a**

VIN: **TMBKS21Z282151384**

Stav readiness:

	Comp	Fuel	Misf	ERG/ VVT	DPF	EGS	Res	Boost	Res	NOx	NMHC
Podporované	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Otestované	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Výpis DTC: **Bez záznamu. Celkem 0 závad**

Vzdálenost ujetá při aktivní DTC: **0 km**

Stav MIL: **nesvíti**

Naměřené hodnoty:

Palivo: **NAFTA**

Platné měření	n_vol [1/min]	n_ref [1/min]	t_acc [s]	k [1/m]	TPS [%]
1	830	4850	1,02	1,11	-----
2	830	4830	0,71	1,11	-----
3	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---
Průměr posledních 2 platných	830	4840	0,86	1,11	---
Limit	800 - 1000	4650 - 5050	max 5.00	1,00	---



Příloha D – Skutečné hodnoty – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]

ES[tronic] 2.0

ES[tronic] 2.0 Verze 11.0.2493 4.5.17 11:31



ZDAR, a.s.

Jihlavská 759/4 59101 Žďár nad Sázavou

VIN: TMBKS21Z282151384

Č. zakázky :
 Číslo zákazníka :
 Označení :
 Kilometrový stav :
 Uv. do prov. :
 Mechanik :
 Telefon :
 Fax :

Tel. (soukromý) :
 Tel. (zaměstnání) :

SKODA, Octavia [1Z5] Combi, Octavia 1.9 TDI Combi 4x4, Vznětový, 1.9, 77.0kw, 03/2006 - 10/2008, BXE

Global OBD II

4.5.17 11:34

- 1. Režim 1, skutečné hodnoty 11:34
- 2. Režim 1, skutečné hodnoty 11:37

Skutečná hodnota (PID)	Hodnota
Řídící jednotka: ECM	
Ostatní komponenty provozuschopné (01)	Ano
Počet závad: (01)	0
teplota chladicí kapaliny (05)	85 °C
AGR a/nebo VVT provozuschopné (01)	Ano
Palivový systém je provozuschopný (01)	Ano
teplota nasávaného vzduchu (0f)	56 °C
vypočítaná hodnota zatížení (04)	27,1 %
hmotnost vzduchu (10)	6,38 g/s
tlak v sacím potrubí (0b)	94 kPa
Stav MIL (01)	stav MIL vyp.
počet ujetých kilometrů s aktivovanou MIL (21)	0 km
Stav OBD (1c)	certifikováno EOBD
Otáčky motoru (0c)	823 1/min
poloha škrtky klapky (11)	100 %
rychlost (0d)	0 km/h

Příloha E – Protokol ME – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]



Název a sídlo SME: ZDAR, a.s.

Jihlavská 759/4
59101 Žďár nad Sázavou
Tel.: 566696137
Fax:



IČO: 46965815
DIČ: CZ46965815

SME č. 57.14.02

PROTOKOL č.:
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla:
Typ vozidla: OCTAVIA II	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BXE	Registrační značka: X XX-XX
Číslo motoru *): NEEVIDOVÁNO	VIN: #TMBKS21Z282151384
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 286504	Datum první registrace:
Typ emisního systému: Řízený s OBD	Palivo: NAFTA
Provozovatel vozidla (jméno, adresa): 00, 00, 00	

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly:	VYHOVUJE	
Výsledek kontroly readiness kódů:	Nastavené	
	Mil:nesvítil	
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	Bez záznamu. Celkem 0 závad	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Bez závad	
Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 1000	830
Přeběhové	4650 - 5050	4860
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [1/m]		1,00
Hodnota kouřivosti naměřená [1/m]:		1,08
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:	dovolené	0,25
	naměřené	0,00

Použitý koutfoměr (výrobce, typ): MAHA MDO-2; ; Software DEKRA Emise (2016.0.3)

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření koutfoměru.

Poznámky: VIN: TMBKS21Z282151384
Detailní výpis výsledků kontroly emisí je uveden v příloze tohoto protokolu
Typ motoru instalovaného ve vozidle souhlasí s typem motoru uvedeným v dokladech
Kouřivost 1. výfuk mimo předepsané hodnoty
Povinnou součástí protokolu je příloha o vyčtení řídicí jednotky a Readiness code.
Účel měření - Výsledky měření budou sloužit jako podklad pro vypracování BP.

Vozidlo z hlediska měření emisí **NEVYHOVUJE**

Příští měření emisí v termínu do -----

Měření emisí provedl **Chroust Josef**, osvědčení ev. č. **4000364**

Datum provedení měření emisí: **4.5.2017** Za správnost:

Za správnost:



*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla

**) Nehodící se škrtněte

Příloha F – Příloha protokolu ME – měření po aplikaci paliv. kondicionéru [autor]

Datum a čas měření: **04.05.17 11:55**

Číslo protokolu:

VIN: #TMBKS21Z282151384

Komunikační protokol: **ISO14230**

Identifikační řetězc:

CALID: **03G906021LB9251**

CVN: *n/a*

VIN: **TMBKS21Z282151384**

Stav readiness:

	Comp	Fuel	Misf	ERG/ VVT	DPF	EGS	Res	Boost	Res	NOx	NMHC
Podporované	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Otestované	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Výpis DTC: **Bez záznamu. Celkem 0 závad**

Vzdálenost ujetá při aktivní DTC: **0 km**

Stav MIL: **nesvíti**

Naměřené hodnoty:

Palivo: **NAFTA**

Platné měření	n_vol [1/min]	n_ref [1/min]	t_acc [s]	k [1/m]	TPS [%]
1	830	4850	0,96	1,08	-----
2	830	4850	0,97	1,08	-----
3	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---
Průměr posledních 2 platných	830	4850	0,96	1,08	---
Limit	800 - 1000	4650 - 5050	max 5.00	1,00	---

