

KVALITA PALIV PRO ZÁŽEHOVÉ MOTORY: VLIV NA PROVOZ VOZIDEL A EMISE POLUTANTŮ, KONTROLA JAKOSTI

Dan Vrtiška, Pavel Šimáček

*Ústav technologie ropy a alternativních paliv, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Technická 5, 166 28 Praha 6, vrtiskad@vscht.cz*

Cílem článku je poskytnout přehled možných problémů spojených s používáním motorových paliv nevhodné kvality ve vozidlech se zážehovým motorem. Hodnocena jsou jednak konvenční paliva (automobilový benzin) a jednak alternativní paliva (E85). Posouzen je jak vliv na provoz vozidel, tak vliv na životní prostředí. Článek rovněž mapuje vývoj kvality automobilových benzinů distribuovaných na českém trhu v posledních 7 letech. Z výsledků kontrol provedených Českou obchodní inspekcí vyplývá, že u automobilových benzinů nejčastěji dochází k narušení kvality vlivem tzv. vzájemné kontaminace paliv. Ta je pravděpodobně způsobena přítomností motorové nafty, příp. jiných těžších frakcí. Palivo E85 je směs ethanolu a benzínu vhodná především pro vozidla označovaná jako FFV. Použití tohoto paliva v neupravených vozidlech se zážehovým motorem může vést k problémům (např. vyšší emise NO_x).

Klíčová slova: automobilový benzin, ethanol, palivo E85, kvalita paliv

Došlo 22. 9. 2014, přijato 8. 10. 2014

1. Úvod

S rostoucí spotřebou motorových paliv roste i snaha o získávání nových zdrojů a technologií použitelných k výrobě paliv pro spalovací motory. V současné době tvoří hlavní zdroj pro výrobu motorových paliv ropa, ze které se vyrábí i nejběžnější palivo pro zážehové motory, automobilový benzin. Postupem času však vzniká stále větší potřeba snížit závislost na palivech vyráběných z ropy, a to jednak z důvodu omezených zásob tohoto fosilního zdroje, jednak z důvodu snahy o snížení emisí skleníkových plynů a dalších znečišťujících látek. Z těchto, i z dalších důvodů, se začala ve větší míře používat paliva vyráběná z obnovitelných zdrojů. Obnovitelné zdroje jsou dostupné téměř všem zemím světa, tudíž jejich využíváním dochází k poklesu závislosti na dovozu fosilních zdrojů energie. Jako náhrada za automobilový benzin se v dnešní době používá především bioethanol (dále jen ethanol).

Ethanol se vyrábí kvašením neboli fermentací sacharidů obsažených v cukernatých (cukrová řepa, cukrová třtina) nebo škrobnatých zemědělských plodinách (brambory, obilí, kukuřice). Vyrábět ethanol však lze i ze surovin, které mají charakter odpadů ze zemědělství a dřevozpracujícího průmyslu. Ethanol se používá především jako palivo pro zážehové motory, méně často pak i pro motory vznětové. Ve vozidlech se zážehovým motorem se ethanol používá buď jako složka standardních benzinů, ve kterých nesmí jeho obsah překročit hranici 5 % (V/V) [1], nebo ve formě vysokoprocentních směsí s benzinem. Stejně jako v jiných zemích se i v České republice distribuuje vysokoprocentní palivo označované jako E85, které představuje směs ethanolu a benzínu, přičemž obsah ethanolu se může pohybovat v rozmezí 50 – 85 % (V/V) [2]. Toto palivo však není primárně určeno pro běžné automobily, nýbrž pro speciální vozidla označovaná jako FFV (Flexible Fuel Vehi-

cle), případně pro vozidla se zážehovými motory upravenými pro spalování tohoto paliva. Prodejní cena paliva E85 je přibližně o třetinu nižší než cena automobilového benzínu, což může některé motoristy lákat k natankování tohoto paliva do běžných vozidel. Spalování takového paliva v neupravených motorech však může nejen nepříznivě ovlivnit emise škodlivých látek, ale může navíc vést ke zhoršení jízdních vlastností nebo dokonce k poškození vozidla.

Na správný chod motoru má velký vliv kvalita použitého paliva, která však může být různými způsoby narušena. Ke zhoršení kvality automobilových benzinů nejčastěji dochází nedodržováním předepsaných technologických postupů při distribuci, během které může dojít k neúmyslné kontaminaci paliva. Typickým příkladem je přítom tzv. vzájemná kontaminace automobilových paliv. Kontaminace automobilových benzinů je tak zpravidla způsobena motorovou naftou, příp. jinými těžšími produkty. Přítomnost výševroucích podílů v automobilových benzinech se projevuje horším odpařováním paliva, a s tím spojenou větší tvorbou úsad a větším rozsahem ředění motorového oleje.

Ke zhoršování kvality motorových paliv však může docházet i úmyslně, a to ze strany výrobce, nebo spíše dopravce či distributora paliv. Při tzv. „pančování“ benzínu se do benzinů přimíchávají méně kvalitní komponenty, zpravidla s nízkou či nulovou spotřební daní. Jako příklad lze uvést ředidla a organická rozpouštědla, ale rovněž denaturovaný ethanol či palivo E85. Použití pančovaného paliva může samozřejmě vést ke zhoršení jízdních vlastností, ke zvýšení emisí některých škodlivin, nebo i k poškození motoru.

2. Automobilový benzin

Automobilový benzin je po motorové naftě druhým nejpoužívanějším automobilovým palivem v České

republice. Kvalitativní požadavky a parametry automobilových benzinů jsou zakotveny v celoevropské normě EN 228. Vybrané parametry automobilových benzinů podle této normy jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Vybrané parametry normy ČSN EN 228 [1]

Parametr	Limit
OČVM	min. 95
OČMM	min. 85
Hustota při 15 °C [kg·m ⁻³]	725-775
Konec destilace [°C]	max. 210
Destilační zbytek [% (V/V)]	max. 2
Tlak nasycených par (třída A) [kPa]	45 - 60
Tlak nasycených par (třída D) [kPa]	60 - 90
Obsah síry [mg·kg ⁻¹]	max. 10
Oxidační stabilita [minuty]	min. 360
Obsah aromatických uhlovodíků [% (V/V)]	max. 35
Obsah benzenu [% (V/V)]	max. 1
Obsah olefinů [% (V/V)]	max. 18
Voda	nepřítomná
Obsah ethanolu [% (V/V)]	max. 5
Obsah kyslíku [% (m/m)]	max. 2,7

2.1. Vliv kvalitativních parametrů benzínu na provoz vozidla a emise polutantů

Oktanové číslo vyjadřuje odolnost paliva vůči tzv. klepání motoru, které je způsobeno samovznícením části nebo celého objemu směsi palivo/vzduch. Klepání snižuje účinnost využití energie paliva na užitečnou práci, čímž se snižuje výkon motoru a zvyšuje spotřeba paliva. Zároveň může ve větší či menší míře docházet i k mechanickému poškození částí motoru. Stanovení oktanového čísla se provádí na speciálních motorech ve zkušebních laboratořích a pro koncového uživatele je tudíž odhalení paliva s nízkým oktanovým číslem v podstatě nemožné. Pomineme-li možnost nekvalitního paliva pocházejícího už z výroby, je příliš nízké oktanové číslo automobilového benzínu způsobeno přítomností cizorodých látek s nízkým oktanovým číslem (např. motorová nafta). Tyto látky se do benzínu mohly dostat buď „pančování“ paliva, nebo technologickou nekázní spojenou s kontaminací. Mírné snížení oktanového čísla (cca o 4 jednotky) se u modernějších vozidel pravděpodobně výrazněji neprojeví, protože tato jsou vybavena čidlem klepání, díky kterému může řídicí jednotka regulovat předstih zážehu a do jisté míry eliminovat klepání motoru. Projevit se to však může snížením výkonu, resp. zvýšenou spotřebou paliva.

Stanovení **hustoty** je jednoduché a lze ho provádět i v mobilní laboratoři. Hustota neodpovídající normě může být způsobena přítomností nežádoucích těžších, resp. lehčích látek. Nevyhovující hustota však může být rovněž způsobena příliš velkým množstvím charakteristických látek, které svým destilačním rozmezím do benzínu patří. Nevyhovující hustota sice nevypovídá

o tom, jaké kontaminanty dané palivo obsahuje, avšak z její hodnoty lze odhadnout, jaké frakce způsobily nedodržení limitu a jaké další parametry budou pravděpodobně porušeny.

Destilační zkouška je analytická metoda, při které je palivo podrobena vsádkové destilaci. V rámci metody se může zaznamenávat buď závislost předdestilovaného množství na teplotě nebo průběh teploty v závislosti na předdestilovaném množství. Mimo jiné lze při zkoušce zaznamenat i parametry E70, E100 resp. E150, což je předdestilované množství při 70, 100, resp. 150 °C. Pokud jsou hodnoty parametru E70 příliš vysoké, signalizuje to vyšší obsah níževroucích látek, což se často projeví i zvýšeným tlakem par. Naopak pokud jsou hodnoty parametru E150 příliš nízké, signalizuje to vyšší obsah výševroucích látek, což se může projevit horším startováním při nízkých teplotách.

Vyšší hodnoty **konce destilace a množství destilačního zbytku** poukazují na přítomnost většího množství vysokovroucích látek, což může být způsobeno kontaminací benzínu motorovou naftou či jinými těžšími produkty, jako jsou olejové frakce. Velmi nebezpečná je kontaminace automobilových benzinů rostlinnými oleji. K takovéto kontaminaci může docházet, podobně jako u kontaminace motorovou naftou, nedodržením předepsaných technologických postupů při přepravě paliv. Ke vzájemné kontaminaci automobilových paliv dochází především v případě, kdy je cisterna resp. její komora střídavě použita k přepravě např. motorové nafty a automobilového benzínu, aniž by byla řádně zbavena zbytků předchozího přepravovaného média. Větší rozsah kontaminace lze pak předpokládat v případech, kdy je komora cisterny novým palivem plněna jen částečně, a tudíž koncentrace zbytku původního paliva v novém palivu bude vyšší, než kdyby byla komora novým palivem naplněna úplně. Přítomnost vysokovroucích frakcí v automobilových benzinech má obecně za následek ředění motorového oleje palivem a často vede i k jeho rychlejší degradaci. Nespálené zbytky paliva, které nepřejdou do motorového oleje, mohou navíc způsobovat zvýšenou tvorbu karbonových usad v motoru. Kontaminace benzínu motorovou naftou obsahující bionaftu (metylestery mastných kyselin) přispívá k degradaci motorového oleje ještě více než kontaminace čistou minerální motorovou naftou. Bionafta totiž obsahuje nenasycené vazby, které významně snižují oxidační stabilitu. Přítomnost výševroucích frakcí v benzínu navíc obvykle vede i k poklesu oktanového čísla a tím i ke zhoršení průběhu spalování. Jednorázové natankování benzínu mírně kontaminovaného motorovou naftou pravděpodobně nezpůsobí vážnější potíže, nicméně opakované tankování takového paliva nebo tankování více kontaminovaného paliva může mít pro vozidlo vážné následky [3,4].

Příliš vysoké hodnoty **tlaku par** vedou ke ztrátám paliva odparem a k vyšším emisím těkavých organických sloučenin (VOC – Volatile Organic Compounds), jejichž přítomnost v atmosféře je jednou z příčin tvorby fotochemického smogu. Např. benzen má navíc karcin-

nogenní účinky a působí toxicky na centrální nervovou soustavu, imunitní systém a krvetvorbu [5]. Vysoký tlak par benzínu rovněž zvyšuje riziko tvorby parních polštářů, které je však u moderních vozidel omezeno dopravou paliva za zvýšeného tlaku. Žádoucí však není naopak ani příliš nízký tlak par, a to z důvodu zajištění tvorby dostatečně bohaté směsi palivo/vzduch pro spolehlivý start studeného motoru při nízkých teplotách.

Přítomnost **aromatických uhlovodíků** v automobilových benzínech je na jednu stranu výhodná, protože mají vysoké oktanové číslo, avšak na druhou stranu aromatické uhlovodíky představují zdravotní riziko v podobě karcinogenního, mutagenního a teratogenního působení. V současné době jsou proto spíše tendence obsah této skupiny sloučenin v palivech snižovat [6]. Ke kompenzaci snížení obsahu aromatických uhlovodíků v autobenzínech se jako vysokooktanové složky využívají některé kyslíkaté látky - např. MTBE (methyl terc-butyl éter), bio-ETBE (bio-ethyl terc-butyl éter) nebo bioethanol. Zatímco MTBE se vyrábí reakcí methanolu s izobutenem, pro výrobu ETBE se místo metanolu používá bioethanol, takže struktura bio-ETBE je ze 45 % (m/m) tvořena biosložkou.

Obsah síry v palivu je limitován především z důvodu snižování emisí oxidů síry. Oxidy síry v atmosféře podléhají reakcím vedoucím k tvorbě tzv. kyselých dešťů, které následně způsobují poškození životního prostředí. Dalším důvodem velice nízkého limitu pro obsah síry v palivu je její negativní působení na katalytické konvertory výfukových plynů, kde síra působí jako katalytický jed. Sorpce síry na aktivních centrech povrchu katalyzátoru (vzácné kovy) tak snižuje účinnost odstraňování ostatních škodlivých látek z výfukových plynů. Limit obsahu síry v benzínu je v současné době tak nízký ($10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) [1], že mírné překročení limitu (jednotky až desítky $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) by nemělo způsobit výraznější problémy. Vyšší obsah síry v benzínu může být způsoben přítomností kontaminantů ve formě nerafinovaných ropných frakcí a meziproduktů, ve kterých není obsah síry legislativně limitován.

Alkeny neboli **olefiny** jsou díky tomu, že obsahují dvojnou vazbu, více náchylné k oxidaci a polymeraci. Přítomnost olefinů v palivu se pak projevuje zhoršením oxidační stability paliva a rizikem větší tvorby úsad, které mohou ovlivnit správnou funkci palivového systému i spalovacího procesu. Dalším nebezpečím přítomnosti olefinů v palivu je zanášení katalytických konvertorů výfukových plynů pevnými produkty polymeračních reakcí a zvyšování emisí škodlivých látek v čele s but-1,3-dienem, který je karcinogenní.

Přítomnost **vody** v palivu je nevhodná hned z několika důvodů. Voda a v ní rozpustěné látky působí korozivně na palivovou soustavu. Jelikož je voda zcela mísitelná s ethanolem, hrozí riziko rozdělení paliva v palivové nádrži na vodnou (voda + ethanol) a organickou fázi (benzín). Tím přijde benzín o vysokooktanovou složku a dojde k poklesu oktanového čísla. Dále hrozí nasátí vodné fáze palivovým čerpadlem, což může způsobit až zastavení motoru bez ohle-

du na to, zda benzín obsahuje ethanol či nikoliv. Přítomnost vody v automobilovém benzínu také podporuje růst mikroorganismů, které při svém metabolismu vytváří látky (např. kyselina mravenčí, kyselina octová), které působí problémy v palivovém systému.

Ethanol je do automobilových benzinů přidáván především kvůli jeho původu v obnovitelných zdrojích. Dalším důvodem přidavku ethanolu je jeho vysoké oktanové číslo (OČVM = 108), které lze ještě zvýšit jeho konverzí na ETBE, jehož OČVM dosahuje 118 jednotek. Ethanol má, ve srovnání s autobenzínem, nižší výhřevnost, což způsobuje nárůst spotřeby paliva. Zatímco výhřevnost benzínu se pohybuje kolem $43 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, výhřevnost ethanolu je $29 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, a ve srovnání s benzínem je tedy cca o třetinu nižší [6]. U běžných automobilových benzinů s obsahem ethanolu do 5 % (V/V) však nemá snížení výhřevnosti téměř žádný dopad. Vyšší spotřeba paliva, způsobená nižší výhřevností ethanolu, se výrazněji projevuje až při spalování vysokoprocentních směsí [7]. Další problematickou vlastností ethanolu je tlak par, který je sice nižší než tlak par benzínu, avšak smícháním těchto dvou paliv dochází k vytvoření azeotropické směsi, což způsobuje nárůst tlaku par. Ve snaze o dodržení limitů pro hodnoty tlaku par jsou pak výrobci paliv nuceni omezit obsah lehčích, těkavějších látek v automobilových benzínech. Problém zvýšení tlaku par se zpravidla týká jen paliv s obsahem ethanolu do cca 20 % (V/V). Po překročení této hodnoty má závislost tlaku par na obsahu ethanolu naopak klesající průběh [6]. Níže uvedené výsledky kontrol provedených Českou obchodní inspekcí (ČOI) ukazují, že většina vzorků s nevyhovujícím obsahem ethanolu obsahovala ethanol v množství pohybujícím se přibližně v rozmezí 40 – 50 % (V/V) [8]. Tlak par benzínu s takovýmto obsahem ethanolu se přibližně rovná tlaku par benzínu bez přidavku ethanolu. U paliv s vysokým (nad cca 60 % (V/V)) obsahem ethanolu naopak nastává problém s nízkým tlakem par znesnadňujícím start studeného motoru. Proto je, zejména v zimních měsících, nutné u těchto paliv kompenzovat nízký tlak par větším přidavkem benzínové složky, a tedy nižším obsahem biosložky [9]. Ethanol také negativně působí na některé polymerní konstrukční materiály, kde může docházet k vymývání změkčovadel a jiných aditiv.

2.2. Kvalita automobilových benzinů v ČR v letech 2007 - 2013

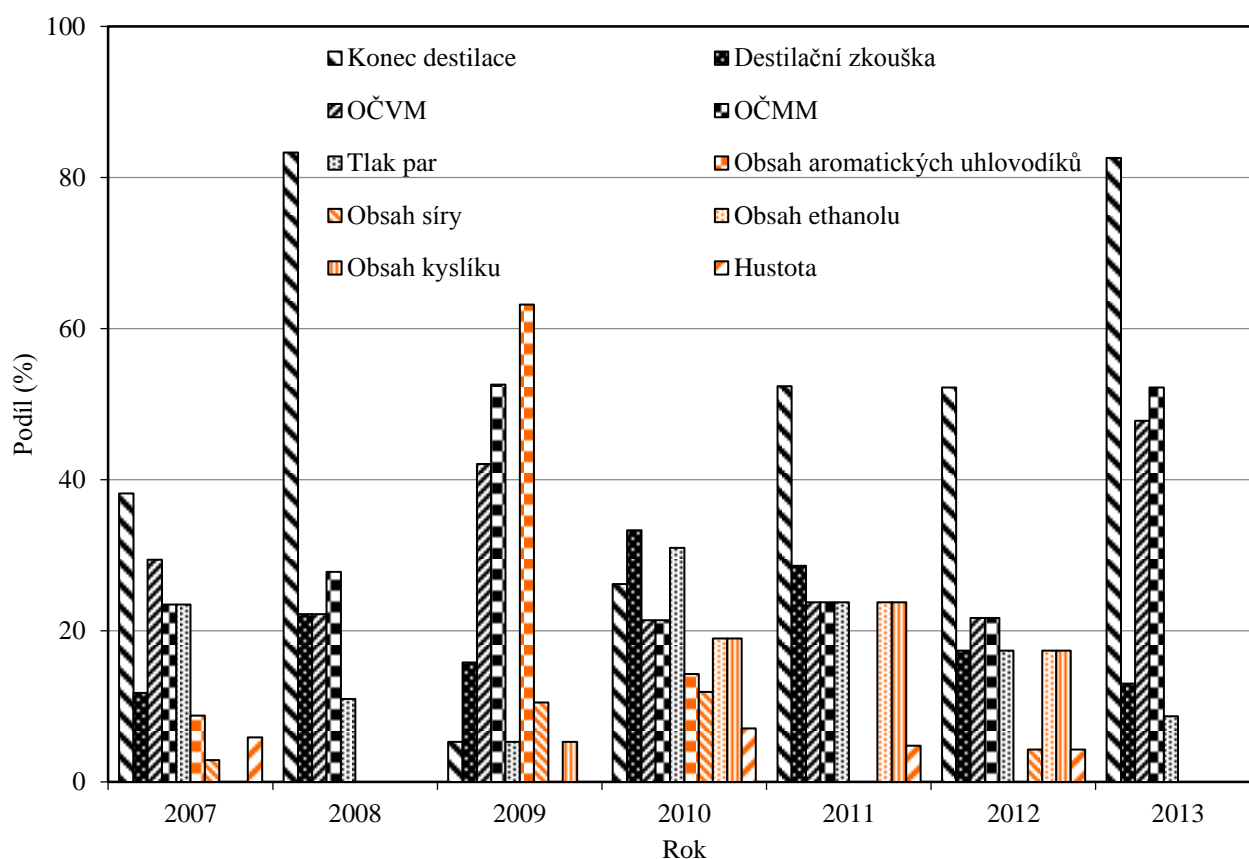
Kontrolou dodržování normovaných parametrů motorových paliv se v České republice zabývá Česká obchodní inspekce, která výsledky provedených kontrol zveřejňuje i na svých webových stránkách. Základní informace ze sledování jakosti automobilových benzinů v letech 2007 - 2013 jsou zobrazeny v tabulce 2. Podíl nevyhovujících vzorků tvořil v uvedeném období 1,8 až 5,6 % z celkového počtu odebraných vzorků. Maximum podílu nevyhovujících vzorků bylo zaznamenáno v roce 2010. V následujících letech se kvalita kontrolovaných vzorků automobilových benzinů zlepšila.

Tabulka 2 Výsledky kontrol automobilových benzinů distribuovaných v ČR v letech 2007 – 2013 [8]

Rok	Počet odebraných vzorků	Počet nevyhovujících vzorků
2007	1018	34
2008	1010	18
2009	769	19
2010	747	42
2011	991	21
2012	1296	23
2013	906	23

Jakost automobilových benzinů byla ve sledovaném období lepší než kvalita motorových naft, u kterých se podíl nevyhovujících vzorků pohyboval v rozmezí 3,2 až 9,6 % [8]. Podíl jednotlivých nevyhovujících parametrů automobilových benzinů na celkovém počtu nevyhovujících vzorků je zobrazen na obr. 1.

Z obr. 1 je patrné, že podíl jednotlivých parametrů na počtu nevyhovujících vzorků automobilových benzinů, byl v průběhu let proměnlivý. Parametrem, k jehož nedodržování docházelo nejčastěji, byl konec destilace, což je jeden z parametrů získaných při destilační zkoušce. K překročení povoleného limitu tohoto parametru (max. 210 °C) došlo v každém roce, s výjimkou roku 2009, minimálně u jedné čtvrtiny všech nevyhovujících vzorků.

**Obr. 1** Podíl počtu nevyhovujících vzorků v daném parametru na celkovém počtu nevyhovujících vzorků automobilových benzinů v letech 2007 - 2013 [8]

Ve většině případů se však jednalo o více než polovinu z celkového počtu nevyhovujících vzorků.

Dalšími sledovanými parametry, které se získávají z destilační zkoušky, jsou objemy předestilované při teplotě 70 °C, 100 °C a 150 °C. Přestože v letech 2009 – 2013 došlo ke zveřejnění oddělených výsledků i pro tyto tři parametry, na obrázku 1 je pro větší přehlednost zobrazen pouze sloupec (destilační zkouška) reprezentující sumu těchto parametrů, protože v letech 2007 a 2008 byly zveřejněny pouze tyto informace. Dalším parametrem, u kterého pravidelně docházelo

k nedodržení limitů, bylo oktanové číslo, a to jak oktanové číslo stanovené výzkumnou metodou (OČVM), tak oktanové číslo stanovené motorovou metodou (OČMM). Jak OČVM, tak OČMM byly v každém roce příčinou nevyhovující kvality přibližně jedné pětiny všech nevyhovujících vzorků benzinů. Další vlastností paliva, u které poměrně často docházelo k nedodržení příslušných hodnot, byl tlak par. U tohoto parametru došlo v každém roce k překročení limitů v průměru téměř u pětiny nevyhovujících vzorků. K překročení limitu obsahu aromatických uhlovodíků docházelo

v daném období nepravidelně, nicméně v roce 2009 byl tento parametr příčinou nevyhovující kvality u více než 60 % nevyhovujících vzorků. Také nadlimitní obsah síry byl ve sledovaném období zjišťován nepravidelně. Podíl tohoto parametru na počtu nevyhovujících vzorků byl malý a v průměru tvořil přibližně 4 %. K překročení maximálního obsahu kyslíku docházelo pouze v letech 2009 až 2012 a je patrné, že vyšší obsah kyslíku byl ve většině případů způsoben vyšším obsahem ethanolu. K nedodržení limitů hustoty docházelo spíše sporadicky, přičemž nevyhovující vzorky tvořily pouze malý podíl z celkového počtu nevyhovujících vzorků [8].

3. Palivo E85

3.1. Složení a parametry paliva E85

Jak již bylo řečeno, jako palivo E85 se podle normy ČSN P CEN/TS 15293 označuje směs automobilového benzínu odpovídajícího normě ČSN EN 228 a ethanolu splňujícího požadavky normy ČSN EN 15376. Obecně se obsah ethanolu v palivu E85 může pohybovat v rozmezí 50 – 85 % obj. [2], nicméně v ČR musí toto palivo obsahovat minimálně 70 % (V/V) ethanolu [10]. Složení paliva E85 dodávaného na trh je závislé na klimatických podmínkách a zpravidla se během roku mění. Od složení paliva se totiž odvíjí jeho těkavost vyjádřená pomocí tlaku par, přičemž požadavky na hodnotu tlaku par se právě s klimatickými podmínkami mění. V letním období jsou žádoucí nízké hodnoty tlaku par, z čehož vyplývá, že by palivo mělo obsahovat větší množství ethanolu a nižší množství benzínu. Důvodem je snaha o minimalizaci ztrát paliva odparem. Naopak v zimních měsících je, kvůli spolehlivému startování při nízkých teplotách, žádoucí vyšší tlak par dosahovaný vyšším obsahem benzínu. K horší startovatelnosti studeného motoru přispívá i skutečnost, že palivo E85 má oproti benzínu mnohem vyšší výparné teplo. Z výše uvedených důvodů je někdy doporučována instalace pomocného startovacího zařízení, popřípadě startování motoru na benzin. Vyšší výparné teplo paliva E85 má ale i svou výhodu. Při odpařování tohoto paliva totiž dochází k většímu ochlazení směsi palivo/vzduch. Tím dochází současně i ke zvýšení její hustoty, což vede k lepšímu naplnění válců palivovou směsí [11].

V rámci kontrol jakosti paliva E85 provedených ČOI bylo v roce 2010, kdy se toto palivo zavádělo, odhaleno 65 % nevyhovujících vzorků. V následujícím roce už poměr nevyhovujících vzorků činil přibližně 22 %. Podobně jako u automobilových benzinů lze i u tohoto paliva říci, že se jeho kvalita zlepšuje. V posledních dvou letech byl totiž zaznamenán jediný případ nevyhovující kvality, přičemž daný vzorek paliva E85 obsahoval mírně nadlimitní množství ethanolu. Největší podíl na počtu nevyhovujících vzorků měl tlak par, jehož nevyhovující hodnoty byly ve sledovaném období zjištěny přibližně u 90 % nevyhovujících vzorků. Dalšími nevyhovujícími parametry byly obsah vody či obsah ethanolu, nicméně jejich podíl na počtu nevyhovujících vzorků byl malý [8].

3.2. Vozidla vhodná pro pohon palivem E85

Palivo E85 je určeno pro spalování především ve vozidlech označovaných jako FFV (Flexi Fuel Vehicle). V těchto vozidlech lze používat jak klasický automobilový benzin, tak palivo E85 a jakoukoliv jejich směs. Automobily FFV jsou vybaveny speciální řídicí jednotkou, která na základě informací ze speciální lambda sondy a/nebo čidla v palivové nádrži, dokáže stanovit obsah ethanolu v palivu a následně upravit parametry motoru (dávkování paliva, předstih zažehnutí paliva, atd.) tak, aby byly optimální pro dané palivo. Palivová soustava FFV vozidel je vyrobena z materiálů kompatibilních s ethanolem, avšak v současné době jsou tyto materiály používány i v běžných vozech, takže vyšší agresivita ethanolu již zpravidla nepůsobí problémy. Ty však může působit ve vozidlech staršího data výroby, jejichž palivová soustava není pro použití paliva s vyšším obsahem ethanolu uzpůsobena. V takovém případě dochází k vymývání změkčovačů a dalších aditiv z použitých materiálů (různé plasty a pryže), což může vést až k jejich prasknutí či jinému druhu poškození. Palivová soustava automobilů spalujících palivo E85 musí být rovněž uzpůsobena vyššímu průtoku paliva, kterým se kompenzuje nižší energetická hustota paliva [12]. Vzhledem k většímu oktanovému číslu paliva E85 (OČVM dosahuje hodnoty přibližně 106 jednotek) se ve vozidlech FFV používá vyšší kompresní poměr, jenž může dosahovat hodnot až kolem 15:1 [13]. Zvýšení kompresního poměru pak má za následek zvýšení účinnosti motoru, čímž se částečně kompenzuje vyšší spotřeba paliva způsobená nižší výhřevností ethanolu.

Palivo E85 lze v zásadě spalovat nejen v nových vozidlech vybavených technologií FFV, ale lze k tomu upravit i běžné automobily se zážehovým motorem. Úprava spočívá především v instalaci řídicí jednotky, která podle obsahu ethanolu v palivu dokáže upravit parametry motoru. Přetavbou vozidla na pohon palivem E85 však hrozí riziko možné nekompatibility konstrukčních materiálů s ethanolem. Proto je ideální přestavbu nejprve konzultovat s výrobcem vozidla. Povolení k přestavbě pak vydává příslušný obecní úřad s rozšířenou působností, a to na základě předložení žádosti a dalších potřebných dokumentů definovaných zákonem č. 56/2001 Sb. Tento úřad zároveň provádí zápis nového paliva do technického průkazu. Povolení k zápisu nového paliva do technického průkazu může být Ministerstvem dopravy uděleno i subjektu, který přestavbu provádí. Pokud je palivo E85 tankováno do silničních vozidel bez toho, aby bylo vyznačeno v technickém průkazu, může to být považováno za porušení zmíněného zákona [14].

3.3. Emise ze spalování paliva E85

Využívání biopaliv je mimo jiné motivováno snahou o snížení emisí skleníkových plynů, v čele s oxidem uhličitým (CO₂), ale i dalších nežádoucích látek, jako je oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), těžké organické sloučeniny, pevné částice apod. Spalování paliva

E85 však nemusí vždy vést pouze ke snižování těchto emisí.

Vlastní spalování paliva E85 sice nevede k významnějšímu snížení emisí oxidu uhličitého, avšak většina těchto emisí pochází z ethanolu. Při spalování ethanolu se přitom do atmosféry uvolňuje pouze takové množství oxidu uhličitého, jaké při svém růstu spotřebovaly rostliny, z nichž se ethanol vyrábí.

Oproti spalování benzínu v obyčejných vozidlech vede spalování paliva E85 v FFV vozidlech ke snížení emisí oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, benzenu, but-1,3-dienů a dalších látek, avšak má za následek zvýšení emisí acetaldehydu, formaldehydu a methanu [15,16]. Methan přitom patří mezi skleníkové plyny a má výrazně větší vliv na skleníkový efekt než často diskutovaný oxid uhličitý. Acetaldehyd a formaldehyd zase představují velké zdravotní riziko. Acetaldehyd je podezřelý z karcinogenity, může způsobovat podráždění dýchacích cest a kůže, popřípadě poškození očí. Acetaldehyd je zcela rozpustný ve vodě a toxický pro vodní organizmy. Vlastnosti formaldehydu jsou z velké části totožné s vlastnostmi acetaldehydu. K vyšším emisím acetaldehydu a formaldehydu dochází především při startu studeného motoru, při kterém ještě není katalytický konvertor výfukových plynů zahřátý na provozní teplotu.

Palivo E85 někdy motoristé používají i v automobilech, které jsou určeny pouze pro spalování automobilových benzinů. V případě, že jsou tato vozidla vybavena řízeným vstřikováním paliva, dokáže řídicí jednotka na základě informací z lambda sondy do jisté míry zvýšit množství vstřikovaného paliva a částečně tak kompenzovat nižší výhřevnost a vyšší obsah kyslíku v palivu. Na takovéto zvyšování množství vstřikovaného paliva však nejsou tato vozidla uzpůsobena. Příliš velké navýšení množství vstřikovaného paliva pak může být řídicí jednotkou vyhodnoceno jako chyba a do válců je následně vstřikováno menší množství paliva. V motoru pak dochází ke spalování tzv. chudé směsi, tedy směsi, ve které je velký přebytek vzduchu. Kromě nižšího výkonu motoru a pomalejšího spalování chudých směsí to má za následek zhoršenou funkci trojcestného katalyzátoru, která se projevuje především značným zvýšením emisí NO_x . Odstraňování oxidů dusíku za spalin je totiž podmíněno přítomností CO a HC (uhlovodíky), jejichž tvorba je při velkém přebytku vzduchu značně snížena. Emise oxidů dusíku jsou nežádoucí hned z několika důvodů. Oxid dusičitý (NO_2) je jedním z prekurzorů tvorby přízemního ozónu a vzniku fotochemického smogu. Jeho zvýšená koncentrace v atmosféře dále, podobným způsobem jako oxidy síry, přispívá k tvorbě kyselých dešťů. Vyšší koncentrace NO_x způsobují poškození rostlin a působí negativně i na lidské zdraví. Zvýšený obsah dusičnanů ve vodách má za následek jejich eutrofizaci, což napomáhá velkému přemnožení vodních rostlin a mikroorganismů, jejichž následným odumřením a rozkladem dochází k poklesu obsahu kyslíku ve vodách, což vede k úhynu ryb a ostatních vodních organismů [17]. Oxid dusný (N_2O)

je jedním ze skleníkových plynů. Jeho schopnost absorbovat infračervené záření je ještě vyšší než u methanu a mnohem vyšší než u oxidu uhličitého. Emise N_2O z dopravy však k celkovým emisím této látky přispívají jen velmi málo [18].

4. Závěr

Nejčastěji nedodržovanými kvalitativními parametry automobilových benzinů jsou jednoznačně konec destilace a oktanové číslo (OČVM i OČVM). K překročením těchto parametrů pravděpodobně dochází v důsledku přítomnosti motorové nafty. Jako nejčastější příčinu nedodržení kvality automobilových benzinů lze tedy označit vzájemnou kontaminaci motorových paliv, která je způsobena technologickou nekázní při jejich distribuci. Důsledkem takovéto kontaminace je zhoršení spalovacího procesu a pokles výkonu, případně nárůst emisí škodlivin a zvýšené opotřebení, nebo dokonce poškození motoru. V posledních letech také často docházelo k překročení limitů na obsah ethanolu a s tím spojený příliš vysoký obsah kyslíku. Porušení těchto parametrů bylo pravděpodobně způsobeno úmyslným přidáním ethanolu, například prostřednictvím paliva E85, které je daňově zvýhodněno, čímž došlo nejen k poškození spotřebitele, ale i k daňovým únikům. Vyšší obsah ethanolu v benzinu má za následek vyšší spotřebu paliva způsobenou nižší výhřevností ethanolu. Kromě toho může mít obsah ethanolu vliv i na tlak par paliva. Kontroly ČOI však ukazují, že vzorky, které nesplnily limity obsahu ethanolu, zpravidla obsahovaly přibližně 40 – 50 % (V/V) ethanolu, což je rozmezí, ve kterém je tlak par takového paliva srovnatelný s tlakem par čistého benzínu.

Ačkoli se výrobci automobilů ve většině případů snaží nová vozidla přizpůsobit nově zaváděným palivům, stále existuje riziko, že se spolu mohou střetávat nová paliva a starší vozidla. Používání nových paliv, obzvláště pak paliv s vyšším obsahem biosložky, ve starších vozidlech však může vést ke zhoršení jejich jízdních vlastností i emisní charakteristiky a dokonce až k poškození vozidla. Pokud se palivo E85 používá v nevhodných vozidlech, zejména staršího data výroby, dochází ke špatnému fungování trojcestného katalyzátoru a nárůstu emisí, zejména NO_x . Jelikož tato vozidla zpravidla nemají palivo E85 zapsáno v technickém průkazu, dochází i k porušení zákona č. 56/2001 Sb. Z uvedených důvodů by se jejich používání v těchto vozidlech mělo vždy konzultovat s výrobcem automobilu. Palivo E85 by se mělo používat pouze ve vozidlech označovaných jako FFV nebo ve vozidlech se speciálně upravenou palivovou soustavou, do jejichž technického průkazu bylo oprávněnou osobou palivo E85 zapsáno.

Literatura

1. ČSN EN 228: Motorová paliva - Bezolovnaté automobilové benziny - Technické požadavky a metody zkoušení.

2. ČSN P CEN/TS 15293: Motorová paliva - Ethanol E85 - Technické požadavky a metody zkoušení.
3. Šimáček P., Černý J., Pospíšil M.: Kontaminace automobilových paliv během distribuce. *8. mez. symposium Motorové paliva 2008*, Bratislava, 2008, Sborník. s. 786–799.
4. ČSN 65 6500: Motorová paliva - Podmínky skladování a doporučená doba použitelnosti.
5. Benzen, *Integrovaný registr znečišťování*, <http://www.irz.cz/node/16>, citováno 11. 9. 2014.
6. Mužíková Z., Pospíšil M., Šebor G.: Využití bioetanolu jako pohonné hmoty ve formě paliva E85. *Chemické listy* 104, 2010, s. 677- 683.
7. Hromádko Jan, Hromádko Jiří, Miller P., Hönl V., Štěrba P.: Využití bioethanolu jako paliva ve spalovacích motorech. *Chemické Listy* 105, 2011, s. 122-128.
8. Česká obchodní inspekce, Výsledky kontrol jakosti pohonných hmot v letech 2007 až 2013, www.coi.cz, staženo 12. 9. 2014.
9. Šebor G., Pospíšil M., Maxa D.: Využití kapalných biopaliv pro pohon motorových vozidel. *Chemické listy* 100, 2006, s30-s35.
10. Vyhláška č. 133/2010 Sb. o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot), Sběrka zákonů 2010, Částka 48, s. 1746.
11. Laurin J. Motory na paliva s kvasným lihem. In: *XXXVII International conference of Czech and Slovak Universities' Departments and Institutions*. Praha, 2007, 35 CD.
12. Flexible Fuel Vehicles: Providing a Renewable Fuel Choice, *Alternative Fuels Data Center*, <http://www.afdc.energy.gov/pdfs/41597.pdf>, 2008, staženo 11. 9. 2014.
13. Vojtíšek M., Mazač M., Laurin J.: Výfukové škodliviny konstrukčně neupraveného motoru na bioetanolové palivo E-85. *Listy cukrovarnické a řepářské* 128, 2012, s. 146-150.
14. Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. Sběrka zákonů 2001, Částka 21, s. 1962.
15. Yanowitz J., McCormick R. L.: Effect of E85 on Tailpipe Emissions from Light-Duty Vehicles, *Journal of the Air & Waste Management Association* 59, 2009, s. 172-182.
16. Graham L. A., Belisle S. L., Baas C.-L.: Emissions from light duty gasoline vehicles operating on low blend ethanol gasoline and E85. *Atmospheric Environment* 42, 2008, s. 4498–4516.
17. Oxidy dusíku (NO_x/NO₂), *Integrovaný registr znečišťování*, <http://www.irz.cz/node/79>, staženo 13. 9. 2014.
18. Oxid dusný (N₂O), *Integrovaný registr znečišťování*, <http://www.irz.cz/node/76>, staženo 18. 9. 2014.

Summary

D. Vrtiška, P. Šimáček

Department of Petroleum Technology and Alternative Fuels, Institute of Chemical Technology, Prague

The quality of petrol engines fuels: Quality control and effect on operation of the vehicle and emissions of pollutants

Qualitative parameters of gasoline and E85 were assessed in relation to the impact to fuel system, petrol vehicles driving characteristics and environment. Quality of gasoline distributed in the Czech market was reviewed too. The results of inspections which were carried out by Czech Trade Inspection Authority in the years 2007 - 2013 showed that the most common type of contamination of gasoline is so called cross-contamination. This type of contamination is caused by the presence of other fuels, such as diesel. E85 is a mixture of gasoline and ethanol used as a fuel suitable for vehicles called Flexi Fuel Vehicle. The use of this fuel in conventional vehicles with petrol engine can cause problems (e.g. increase of NO_x emission).