

LABORATORNÍ PŘÍSTROJE A POSTUPY

VYUŽITÍ BIOETHANOLU JAKO POHONNÉ HMOTY VE FORMĚ PALIVA E85

ZLATA MUŽÍKOVÁ, MILAN POSPÍŠIL
a GUSTAV ŠEBOR

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

Došlo 27.6.08, přijato 8.1.10.

Klíčová slova: ethanol, biopalivo, E85, tlak par, fázová stabilita

Úvod

Využití bioethanolu

Ethanol nachází v současné době využití jako palivo pro spalovací motory. Pokud je vyrobený z biomasy, tedy z obnovitelného zdroje uhlíku, řadí se mezi tzv. biopaliva a jeho využití je legislativně podporováno. Způsobů využití bioethanolu jako paliva pro spalovací motory je několik. Ve směsi s uhlovodíky se používá jako palivo pro zážehové nebo vznětové motory, jejichž označení je uvedeno v tabulce I. Reakcí ethanolu s isobutenem lze vyrobit ETBE (ethyl-*terc*-butylether) a ten použít jako biosložku automobilových benzinů až v množství 15 obj.%. Reesterifikací rostlinných olejů ethanolem lze vyrobit ethylestery těchto olejů, které se mohou mísit s motorovou naftou pro vznětové motory. Je možné se setkat i se směsí ethanolu a nafty (tzv. E-diesel) zejména u těžkých nákladních aut a zemědělské techniky. Ethanol v motorové naftě příznivě ovlivňuje složení emisí. E-diesel obsahuje cca 10 obj.% ethanolu, který může být bezvodý i azeotropický (96%). Další variantou je tzv. palivo E95 pro vznětové motory, kde je ethanol zastoupen z 95 obj.% a zbytek tvoří zlepšující přísady upravující zejména mazivost a cetanové číslo.

Ethanol má totiž řadu nevýhod při použití ve vznětovém motoru a to velmi nízké cetanové číslo, nízkou viskozitu a větší těkavost oproti motorové naftě. Použití směsí ethanolu a motorové nafty je však zatím minimální.

Zdroje bioethanolu

V současné době je výroba bioethanolu z potravinářských surovin (bioethanol I. generace), jako je např. obilí nebo cukrová třtina, postupně nahrazována výrobou ze surovin, které nekonkurují jejich potravinářskému využití. Díky moderním technologiím je dnes možné zpracovávat prakticky jakoukoliv biomasu obsahující polysacharidy, včetně různých odpadních produktů ze zemědělství (sláma), z dřevního průmyslu (zbytky dřeva) nebo ze starého papíru. Ethanol vyrobený z nepotravinářských surovin se označuje jako bioethanol II. generace. Cenově výhodným postupem výroby ethanolu z lignocelulosity (dřevní odpad) se např. ukazuje být enzymatická hydrolýza biomasy a následná fermentace sacharidů. Tato technologie je téměř o polovinu levnější než výroba ethanolu kvašením kukuřice nebo cukrové řepy¹.

Odvodnění bioethanolu

Proces výroby bioethanolu zahrnuje kromě úpravy a fermentace vstupní biomasy dále destilaci a sušení (odvodnění) ethanolu. Destilací lze získat přibližně 96% ethanol, který však obsahuje nežádoucí vodu a teprve následným odvodněním na molekulových sítích nebo odvodněním s využitím semipermeabilních membrán dosahuje kvality bezvodého absolutního ethanolu (99,7 obj.%), který je možné používat dále jako složku paliva pro spalovací motory.

Přidávání bioethanolu resp. obecně kyslíkatých látek do benzínu umožňuje, mimo jiné, snížit celkový obsah aromatických uhlovodíků v benzínu a pozitivně ovlivňuje oktanové číslo. Aromáty jsou všeobecně považovány za škodlivé látky, které při spalování v motorech nepříznivě ovlivňují výsledné emise, ale současně představují jednu z vysokooktanových složek benzínu. Ethanol nebo jeho derivát ETBE jakožto látky s vysokým oktanovým číslem tak dovolují výhodně nahrazovat méně žádoucí složku benzinů – aromáty.

Tabulka I
Směsi ethanolu a benzínu používané v zážehových motorech

Označení	E5	E10	E22	E85	E100
Ethanol, obj.%	0–5	10	20–24	70–85	100

Použití bioethanolu ve světě

Využití bioethanolu jako motorového paliva je ve světě stále frekventovanější. Mimo tradiční země, Brazílii a USA, kde se lze setkat se směsami E10, E22, E85 i E100, se postupně jeho používání rozšiřuje i do zemí EU. V Evropské unii je obsah ethanolu v běžných motorových benzinech omezen legislativou na 5 obj.% a celkový obsah kyslíku pak na 2,7 hm. %. Používání benzínu s max. 5 obj.% ethanolu není upraveno žádnou zvláštní normou a tak se kvalita řídí předpisem EN 228. Ve větším měřítku se biolih využívá pouze ve Švédsku, kde jako první v Evropě zavedli používání automobilů typu FFV (Flexible Fuel Vehicle) schopných spalovat směsi E85 s vysokým podílem ethanolu. Ve Francii, Španělsku, na Slovensku a v Polsku nachází ethanol uplatnění i ve formě ETBE.

Použití bioethanolu v České republice

V České republice upravuje použití ethanolu jako kyslíkaté složky automobilového benzínu předpis ČSN EN 228 (Motorová paliva-Bezolovnaté automobilové benziny – Technické požadavky a metody zkoušení, 2004), který povoluje přidávek bioethanolu v množství do 5 obj.% Vlastnosti paliva E85 upravuje předpis ČSN EN 65 6512 (Motorová paliva – Ethanol E85 – Technické požadavky a metody zkoušení, 2006). Jeho masovějšímu využití však brání především jeho vysoká výrobní cena, která bez dotací není schopná konkurovat klasickým ropným palivům.

Problém vody v ethanolu

Pro mísení ethanolu do automobilových benzinů je nutno používat bezvodý (absolutní) ethanol, neboť jinak hrozí oddělení vodno-ethanolové fáze². Výjimku tvoří palivo E100, kde lze použít „azeotropický“ ethanol obsahující 4 obj.% vody. Palivo E100 je však možné používat

pouze při teplotách vyšších než 15 °C nebo musí být automobil vybaven přídavným zařízením, neboť ethanol se díky svému vysokému výparnému teplu obtížně vypařuje. Za nižších teplot tak může nastat problém se startováním, a proto se využití tohoto paliva zatím omezuje do zemí s teplejším klimatem, jako je Brazílie a Argentina. Palivářské využití ethanolu v těchto zemích je podmíněno také dostupností levné suroviny (kukuřice, cukrová třtina) na jeho výrobu.

Optimalizace podmínek spalování

Pro směsi s obsahem ethanolu nad 5 obj.% je nutné při spalování optimalizovat poměr palivo/vzduch, který je ovlivněn obsahem kyslíku v benzínu. Pro směsi s vyšším obsahem ethanolu proto byla vyvinuta technologie Flexi Fuel, která je schopná reagovat na proměnný obsah ethanolu v benzínu. Vozidla označená Flexi Fuel jsou vybavena čidlem, které zaznamenává obsah ethanolu v benzínu a následně upravuje podmínky spalování^{3,4}.

Požadavky na bioethanol a palivo E85

Při použití ethanolu jako složky motorového paliva je nutné se vypořádat s několika problémy, které jsou způsobeny rozdílnou chemickou povahou ethanolu a uhlovodíků. Mezi ty hlavní patří:

- tlak par,
- rozpustnost vody,
- fázová stabilita,
- materiálová kompatibilita,
- korozivita.

Nízký tlak par čistého ethanolu je nutné upravit vhodnou benzinovou frakcí. Zvýšená rozpustnost vody ve směsi E85 v důsledku přítomnosti ethanolu pak může zapříčinit rozpad směsi na dvě nemísitelné fáze, horní čistě uhlovodíkovou a spodní vodno-ethanolovou fázi, a může být

Tabulka II

Vybrané vlastnosti ethanolového paliva E85 dle ČSN EN 656512

Vlastnost	Meze	
	min.	max.
Oktanové číslo výzkumnou metodou	95,0	--
Obsah vody, obj. %	--	0,3
Obsah etherů s 5 a více C atomy, obj. %	--	5,2
Obsah vyšších alkoholů C3–C8, obj. %	--	2,0
Obsah methanolu, obj. %	--	1,0
Obsah ethanolu + vyšší alkoholy, obj. %	75 (letní) 70 (zimní)	85 85
Obsah benzínu Super 95 dle ČSN EN 228, obj. %	14 (letní) 14 (zimní)	22 (letní) 30 (zimní)
Tlak par RVP, kPa	35 (letní) 50 (zimní)	60 (letní) 100 (zimní)
Konec destilace, °C	--	210

příčinou zvýšené korozivity paliva. Materiálová nekompatibilita pak souvisí s polárním charakterem ethanolu.

Ethanol určený pro mísení s benzinem jako palivo pro zážehové motory musí v ČR splňovat požadavky na kvalitu dle ČSN 65 6511 (Motorová paliva – Ethanol jako složka automobilových benzinů – Technické požadavky a metody zkoušení, 2008). Ethanol musí být bezvodý (max. obsah vody 0,3 obj.%) a musí být denaturován. Jako denaturační prostředek se používá benzin Natural 95 v množství 2–4 obj.% Obsah ethanolu před denaturací je stanoven na min. 99,7 obj.%, po denaturaci pak min. 95,6 obj.% Ethanol musí dále vykazovat minimální požadovanou hustotu 791 kg m^{-3} . Požadavky na vlastnosti paliva E85 jsou definovány vlastní technickou normou ČSN EN 65 6512, vybrané vlastnosti jsou uvedeny v tab. II.

Obsah ethanolu v palivu E85 se v závislosti na ročním období (tj. klimatických podmínkách) pohybuje v intervalu 70–85 obj.%. Důležitou charakteristikou paliva pro zážehový motor je tlak par. V palivářském oboru se používá tlak par dle Reida tzv. RVP (Reid Vapour Pressure), který udává tlak par paliva při teplotě $37,8^\circ\text{C}$ a při poměru kapalina:pára = 1 : 4 (objemově). V letním období je požadován nižší tlak par RVP paliva (35–60 kPa) než v období zimním (50–100 kPa) a také obsah ethanolu je uzpůsoben těmto podmínkám (viz tab. II). Ethanol jako čistá látka má nízký tlak par (RVP = 17 kPa) a velké výparné teplo (viz

tab. III), a proto se za nízkých okolních teplot jen velmi obtížně odpařuje. V zimním období je proto povoleno přidávat k ethanolu až 30 obj.% benzinu tak, aby byla zajištěna dobrá startovatelnost vozidel za nízkých teplot. Tento problém je naznačen na obr. 1, kde jsou porovnány hodnoty tlaku par paliv za různých teplot a vyznačena mez minimálního tlaku par požadovaného pro dobrou startovatelnost vozidla (5 kPa)⁴. Pro čistý ethanol se tlak par při teplotách okolo 10°C pohybuje pod vyznačenou mezí a zážeh paliva se iniciuje jen velmi obtížně. Těkavost methanolu (viz obr. 1) je vyšší než těkavost ethanolu, dostatečný tlak par má ještě okolo teploty 0°C . V našich klimatických podmínkách je však nutno zajistit dobrou startovatelnost alespoň do -20°C .

Experimentální část

Použité látky

MTBE (98%), ETBE (97%), automobilové benziny Natural 95 a Natural 91 a benzinové frakce z produkce České rafinérské a.s. Benzin Natural 91 neobsahoval žádné kyslíkaté látky. Benzin Natural 95 obsahoval přibližně 11 hm.% MTBE.

Použité čisté chemikály: pentan (Penta a.s., kvalita p.a.), aceton (Penta a.s., kvalita p.a.) a ethanol (Merck, kvalita absolutní).

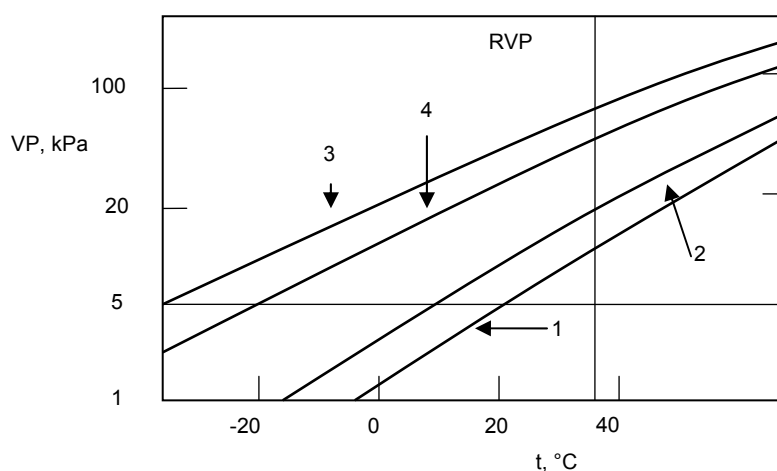
Postupy měření

Tlak par. Stanoven na automatickém přístroji dle postupu popsaném v ASTM D6378-03 (Standard Test Method for Determination of Vapor Pressure – VPX of Petroleum Products, Hydrocarbons, and Hydrocarbon-Oxygenate Mixtures – Triple Expansion Method metodou

Tabulka III

Porovnání vybraných vlastností ethanolu a benzinu

Vlastnost	Benzin $\text{C}_4\text{--C}_{12}$	Ethanol
Bod varu, $^\circ\text{C}$	30–215	78,3
Tlak par RVP, kPa	45–90	17
Výparné teplo, kJ kg^{-1}	335	855
Výhřevnost, MJ kg^{-1}	44	29



Obr. 1. Tlak par v závislosti na teplotě. Tlak par VP ethanolu (1), methanolu (2), zimního (3) a letního benzinu (4) v závislosti na teplotě s vyznačením limitu startovatelnosti 5 kPa (upraveno z cit.⁴). Hodnota RVP se nachází při teplotě $37,8^\circ\text{C}$ a je vyznačena svislou čarou

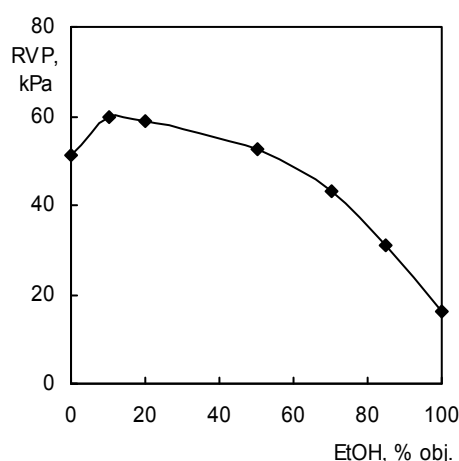
dvojitého nástřiku oproti vakuu a při dodržení objemového poměru kapalina : pára 1 : 4 a teploty 37,8 °C. Tento tlak par je ekvivalentní tlaku par dle Reida.

Rozpustnost vody v lihofenzinových směsích. Stanovena jako bod zákalu resp. separace fází při řízeném ochlazení vzorku dle postupu uvedeném v ASTM D6422-99 (Standard Test Method for Water Tolerance (Phase Separation) of Gasoline-Alcohol Blends).

Výsledky a diskuse

Optimalizace tlaku par paliva E85

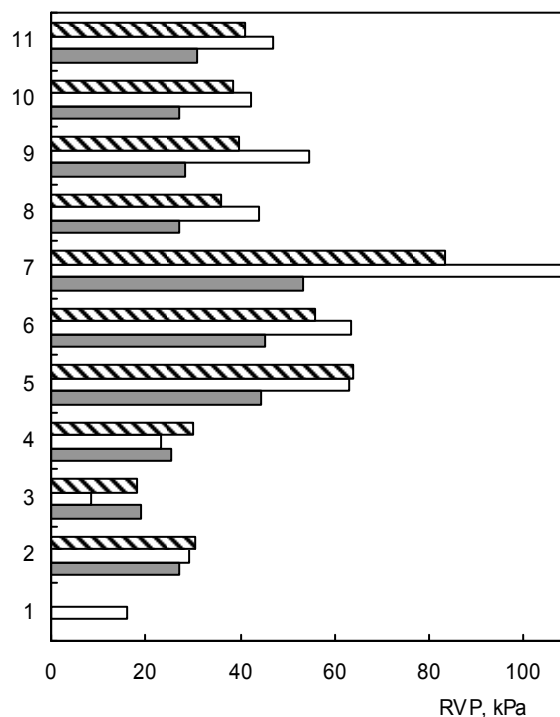
U benzinových směsí s obsahem ethanolu do 20 obj.% dochází vlivem mísení k nežádoucímu nárůstu tlaku par⁵ v důsledku tvorby azeotropu mezi ethanolem a uhlovodíky (obr. 2). I když samotný ethanol má velmi nízký tlak par, tak díky tvorbě azeotropu dochází při jeho přidání do benzinu k nárůstu tlaku par, jehož velikost závisí především na množství ethanolu a na uhlovodíkovém složení benzinu, pohybuje se obvykle v rozmezí 3–7 kPa. S tímto nárůstem hodnoty RVP je nutné počítat při přípravě uhlovodíkového základového benzinu určeného pro přípravu směsí s nízkým obsahem ethanolu. U paliva E85 nastává zcela opačná situace s tlakem par. Z obr. 2 je patrné, že v oblasti koncentrací ethanolu v benzinu 60–100 % se tyto směsi chovají prakticky dle Raoultova zákona a výsledný tlak par směsi je dán součtem koncentračních příspěvků obou složek. Nízký tlak par ethanolu (RVP = 17 kPa) je v tomto případě nutno zvyšovat přidávkou uhlovodíkové složky, která má dostatečně velkou těkavost



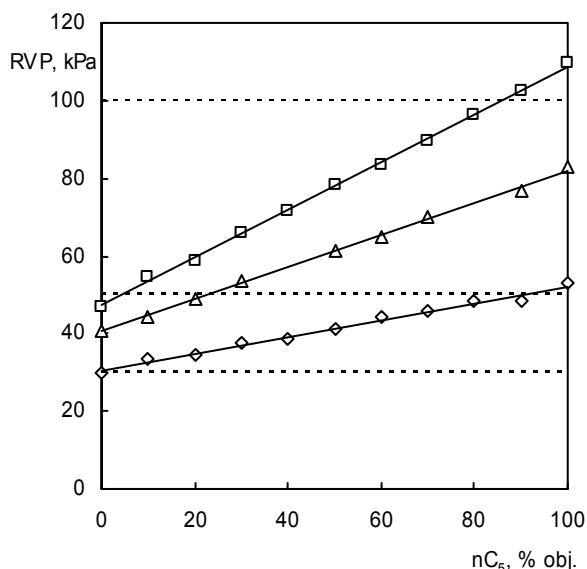
Obr. 2. **Tlak par směsí ethanolu a benzinu.** Tlak par RVP směsí ethanolu (EtOH) a automobilového benzinu Natural 91

(tlak par) tak, aby byly splněny požadavky na minimální těkavost paliva E85 (viz tab. II). Z obr. 2 je vidět, že při přípravě směsi E85 (85 % ethanolu) z benzinu o tlaku par RVP 51 kPa se dosáhne tlaku par RVP pouze 31 kPa. Minimální požadovaný tlak par RVP paliva E85 je však 35 kPa (viz tab. II). Zvýšením obsahu benzinu ve směsi na 20 obj.% se dosáhne požadované minimální hranice tlaku par RVP 35 kPa, dalším zvýšením obsahu benzinu na 30 obj.% se zvýší tlak par RVP směsi na 43 kPa (obr. 2). Z běžného automobilového benzinu Natural 91 (bez kyslíkatých látek), použitého pro přípravu směsí na obr. 2, lze tedy z hlediska tlaku par RVP připravit pouze palivo E85 pro letní období ve složení 70 obj.% ethanolu a 30 obj.% benzinu Natural 91, viz obr. 2.

Z hlediska dosažení potřebné těkavosti tak pro mísení paliva E85 přicházejí v úvahu nízkovroucí komponenty benzinu, tj. C₃–C₅ uhlovodíky, jejichž použití v komerčních motorových benzinech je do jisté míry ome-



Obr. 3. **Tlak par paliva E85.** Tlaky par RVP paliva E85 připraveného z různých benzinových frakcí s ethanolem v množství 70 obj.% (šrafované sloupce) a 85 obj.% (šedé sloupce). Výchozí tlak par benzinových frakcí znázorňují prázdné sloupce. Tečkovaná čára jsou vyznačeny meze tlaku par pro palivo E85 viz tabulka II. Legenda: 1 – ethanol, 2 – FCC benzin, 3 – reformát, 4 – alkylát, 5 – lehký primární benzin, 6 – izomerát, 7 – n-pentan, 8 – Natural 95 obsahující cca 11 obj.% MTBE, 9 – směs Natural 91 a MTBE v poměru 2:1 obj. pro obsah ethanolu v palivu 85 obj.% a 5:1 pro 70 obj.% ethanolu v palivu, 10 – směs Natural 91 a ETBE v poměru 2:1 obj. pro obsah ethanolu v palivu 85 obj.% a 5:1 pro 70 obj.% ethanolu v palivu, 11 – Natural 91 bez kyslíkatých látek



Obr. 4. Tlaky par paliva E85 v závislosti na obsahu *n*-pentanu. Tlak par RVP paliva E85 připraveného míšením *n*-pentanu (nC_5) do benzínu Natural 91 a s ethanolem v množství 70 obj.% (Δ) a 85 obj.% ($\diamond$). Tlaky par výchozích směsí Naturalu 91 a *n*-pentanu jsou označeny ($\square$). Přerušovanou čarou jsou vyznačeny meze tlaku par pro palivo E85 v letní (35–60 kPa) a zimní kvalitě (50–100 kPa)

zováno z důvodu příliš vysokého tlaku par, a to zejména ve spojení s přidávkou ethanolu do 5 obj.% pro letní období⁵. Využití těchto nížeuvrovněných benzinových frakcí pro mísení do paliva E85 tak může vylepšit celkovou bilanci rafinérie. Na obr. 3 jsou porovnány hodnoty tlaku par paliva E85 připraveného z různých benzinových frakcí. Z grafu je patrné, že zimní specifikaci paliva E85 (tj. RVP nad 50 kPa) vyhovují tlakem par směsí ze 70 obj.% ethanolu a 30 obj.% pentanu, isomerátu resp. lehkého primárního benzínu nebo směs 85 obj.% ethanolu a 15 obj.% pentanu. Ostatní výšeuvrovněné benzinové složky již nejsou pro výrobu paliva E85 v zimní kvalitě zcela vhodné. Pro letní období je možné pro mísení paliva E85 pak již použít běžný základový benzin (benzin Natural 95 před přidáním MTBE = základový benzin), komerční Natural 95 nebo připravené směsi základového benzínu s ethery MTBE/ETBE (viz obr. 3) v množství 30 obj.% v palivu E85. Použitý Natural 95 obsahuje cca 11 obj.% MTBE, což ve výsledné směsi E70 představuje 3,3 obj.% MTBE (max. povolené množství viz tab. I).

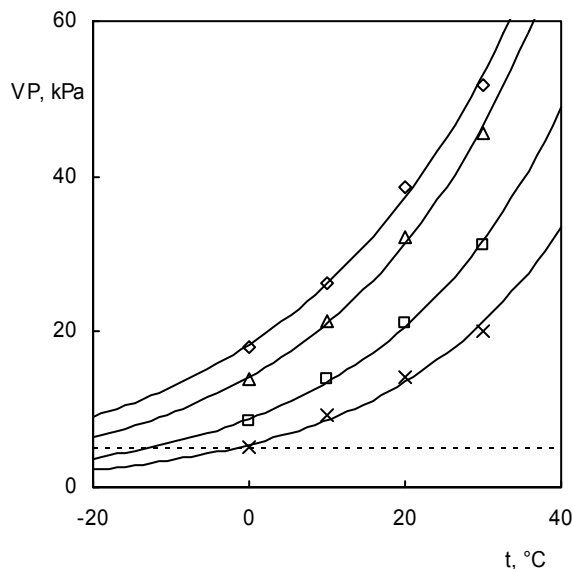
Účinně lze optimalizovat hodnoty tlaku par paliva E85 také přidávkou *n*-pentanu do základového benzínu (viz obr. 4). Jak je z obr. 4 patrné, míšením *n*-pentanu v množství 10–80 obj.% do základového benzínu lze připravit i palivo E85 (se 70 obj.% ethanolu) s tlakem par RVP pro zimní období. Např. při poměru pentanu a základového benzínu 1:1 ve směsi se 70 obj.% ethanolu se při-

praví palivo E85 s tlakem par RVP 61 kPa.

V USA využívají např. pentanovou frakci pro výrobu paliva AGE85 (Aviation Grade Ethanol) pro letecké účely. Tato benzinová frakce je vlastně pentanový isomerát (tipate), jehož hlavní složkou je isopentan (50 obj.%) a isohexany (20 obj.%). Tímto způsobem lze u směsi E85 dosáhnout tlaku par RVP 55 kPa (cit.⁶).

Závislost tlaku par na teplotě

Teplota významně ovlivňuje hodnotu stanoveného tlaku par. U benzinů se standardně měří tlak par při teplotě 37,8 °C a hodnota se nazývá tlak par dle Reida (RVP = Reid Vapour Pressure). Tato hodnota RVP však nepostihuje chování benzínu např. za nízkých teplot z pohledu startovatelnosti. Pro studené starty (než dojde k ohřátí motoru) je důležité, aby tlak par paliva byl dostatečný pro jeho snadné odpaření a zapálení. Kromě nízkého tlaku par má ethanol také velké výparné teplo viz tab. III. (oproti benzínu asi 2,5krát větší), které přispívá k horšímu vypařování za nižších teplot. Limitní hodnota tlaku par, pod níž už nelze nastartovat, se udává 5 kPa (cit.⁴). Z obr. 5 je vidět, že vhodnou volbou uhlovodíkové frakce paliva E85 je možné zlepšit jeho použitelnost až do minusových teplot. Palivo E85 připravené ze základového benzínu v množství 15 obj.% má vyhovující tlak par pouze nad 0 °C a je tak použitelné pouze v letním období. Zvýšením obsahu základového benzínu v palivu E85 na 30 obj.% nebo použitím lehkého primárního benzínu ve stejném množství rozšíří



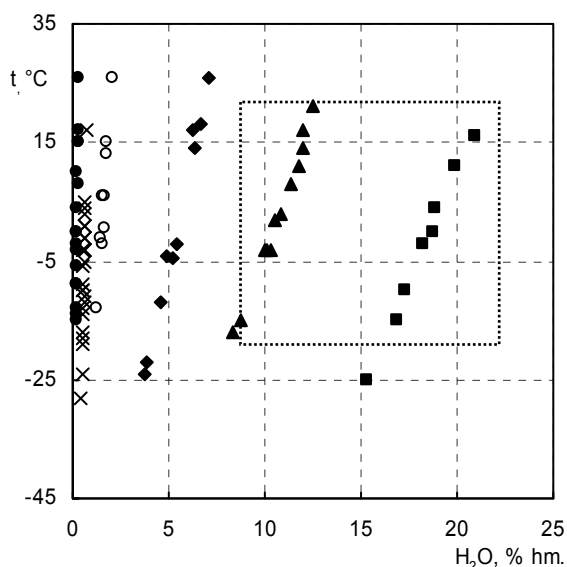
Obr. 5. Vliv teploty na tlak par VP směsí základového benzínu a ethanolu. Základový benzin Natural 91 bez kyslíkatých látek ($\diamond$), palivo E85 připraveného ze základového benzínu v množství 15 obj.% ($\times$), palivo E85 připraveného ze základového benzínu v množství 30 obj.% ($\square$) a palivo E85 připraveného z lehkého primárního benzínu v množství 30 obj.% (Δ). Přerušovanou čarou je vymezen tlak par 5 kPa jako limit startovatelnosti

použití paliva do minusových teplot. Nejlépe si z hodnocených benzinových frakcí stojí klasický uhlovodíkový základový benzin (před přidáním kyslíkatých látek), který je použitelný až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zlepšení startovatelnosti za nízkých teplot je možné dosáhnout také použitím přídavného zařízení na ohřev paliva v automobilu při startování podobně jako je tomu u vznětových motorů⁴.

Rozpustnost vody v palivu E85

Vzhledem k tomu, že palivo E85 se z převážné části skládá z ethanolu, který je zcela mísitelný s vodou, je nutno počítat s tím, že může být během cesty ke konečnému zákazníkovi kontaminováno vodou. Podobně jako u směsí s nízkým obsahem ethanolu do 10 obj.%, hrozí při styku s vodou separace fází na dvě nemísitelné vrstvy – benzinovou a vodno/ethanolovou². Riziko oddělení dvou fází však hrozí až při velmi vysokém obsahu vody ve směsi. Zatímco benzinové směsi s obsahem ethanolu do 10 obj.% pojmu maximálně 1 hm.% vody při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a jsou extrémně citlivé na změnu teploty², s rostoucím obsahem ethanolu v benzínu se rozpustnost vody zvyšuje (nelineárně) a u paliva E85 dosahuje hodnot v rozmezí 13–20 hm.% (v závislosti na obsahu ethanolu) vody při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (viz obr. 6). Současně s rostoucím obsahem ethanolu se snižuje citlivost směsí obsahujících rozpuštěnou vodu na změnu teploty (viz směrnice přímek na obr. 6). Změnou teploty o stejnou hodnotu dochází u paliva E85 k méně výrazné



Obr. 6. Vliv obsahu vody v palivu na teplotu separace fází. Obsah ethanolu ve směsích: ethanol 5 obj.% (●), ethanol 10 obj.% (×), ethanol 20 obj.% (○), ethanol 50 obj.% (◊), ethanol 70 obj.% (▲) a ethanol 85 obj.% (■). Tečkovaným obdélníkem je vymezena oblast rizika separace fází pro palivo E85 (70–85 obj.% ethanolu) v rozmezí teplot -20 až $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$

změně rozpustnosti vody (separace fází) než u směsí s obsahem ethanolu do 10 obj.%. Na obr. 6 je obdélníkem vyznačena oblast s rizikem separace fází pro palivo E85 v teplotním rozmezí -20 až $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, která odpovídá obsahu vody ve směsi 8–21 hm. %.

Technická norma ČSN 65 6512 připouští v palivu E85 maximální obsah vody pouze 0,3 hm.%. Případný vyšší obsah vody v palivu může svědčit o technologické nekázni přepravce nebo prodejce pohonných hmot nebo také o úmyslu prodávat nekvalitní palivo E85. Překročení povoleného obsahu vody v palivu E85, které běžný spotřebitel není schopen zjistit, však může činit značné problémy. Zvýšená korozivita paliva E85, snížení jeho výhřevnosti a zvýšení výparného tepla směsi v důsledku přidání většího množství vody se může neblaze projevit na chodu motoru a jeho větší spotřebě^{2,3}.

Závěr

Zavedením směsných motorových paliv s obsahem ethanolu na trh lze částečně omezit spotřebu strategické ropné suroviny. Lze doporučit použití především směsí s vysokým obsahem ethanolu – paliva E85, u kterého je možné se vyhnout značným problémům s tlakem par a stabilitou směsi v přítomnosti vody, ke kterým dochází u směsí s nízkým obsahem ethanolu (do 20 obj.%). Přídavek ethanolu v množství 0–20 obj.% do benzínu totiž vede k poměrně špatně odhadnutelnému nárůstu tlaku par až o 7 kPa (tvorba azeotropů). U směsného paliva E85 lze snadněji regulovat těkavost paliva přidávkou vhodných nízkovroucích uhlovodíků tak, aby bylo dosaženo požadovaného tlaku par. Mohou tak nacházet uplatnění i lehké benzinové frakce s vysokým tlakem par, které jsou v případě klasického automobilového benzínu spíše nežádoucí. Směs E85 je schopna udržet velké množství vody (řádově jednotky hm.% vody). V porovnání s benzinem s nízkým obsahem ethanolu, kdy i velmi malé zvýšení obsahu vody může vést k oddělování vodno/ethanolové vrstvy, je tento problém u paliva E85 výrazně eliminován. Spalování paliva E85 však vyžaduje mimo jiné úpravu podmínek spalování a výměnu materiálů nekompatibilních s ethanolem.

Tato práce byla podporována Ministerstvem školství mládeže a tělovýchovy v rámci projektu MSM 6046137304.

Seznam použitých zkratk

RVP	Reid vapour pressure, tlak par dle Reida
VP	vapour pressure, tlak par
EtOH	ethanol
E5	palivo s obsahem 5 obj.% ethanolu
E10	palivo s obsahem 10 obj.% ethanolu
E22	palivo s obsahem 20–24 obj.% ethanolu
E85	označení ethanolového paliva, které obsahuje 70–85 obj.% ethanolu

E95	označení ethanolového paliva, které obsahuje min. 95 obj.% ethanolu
E100	označení ethanolového paliva, které obsahuje min. 96 obj.% ethanolu
AGE85	aviation grade ethanol, palivo E85 určené pro letecké motory
MTBE	methyl- <i>terc</i> -butylether
ETBE	ethyl- <i>terc</i> -butylether
FFV	flexible fuel technology, technologie umožňující spalování benzínu s proměnným obsahem ethanolu
ČSN (EN)	označení českých technických norem (převzatých z Evropské unie)
ASTM	označení amerických národních norem
FCC	fluid catalytic cracking, technologie fluidního katalytického krakování

LITERATURA

1. www.arb.ca.gov/fuels/gasoline/premodel/carbob.pdf, staženo 10.6.2008.
2. Pospíšil M., Mužíková Z., Šebor G., Zdražil I.: *12. konference Reotrib 2006*, Sborník přednášek (Černý J., ed.), str. 25.
3. Agarwal A.: *Prog. En. Comb. Sci.* 33, 233 (2007).
4. Thshiteya R. M., Vermiglio E. N., Tice S.: www.hawaii.gov/dbedt/ert/afrw.html, staženo 10.6.2008.
5. Mužíková Z., Kohoutová M.: *12. konference Reotrib 2006*, Sborník přednášek (Černý J., ed.), str. 151.
6. Helder D.: www.age85.org, staženo 10.6.2008.
7. Claydon B., Marko E.: *39. Stručno-znanstveni skup GORIVA 2006, 11.-13.10. Zadar, Chorvatsko*, Zbornik sažetaka (Symposium abstracts), sekce B8 str. 1, www.goma.hr.

Z. Mužíková, M. Pospíšil, and G. Šebor (*Institute of Chemical Technology, Prague*): **Utilization of Bioethanol in E85 Fuel**

The E85 fuel containing 70–85 vol. % of ethanol is intended for flexible fuel vehicles which consume ethanol – gasoline mixtures. Due to very different properties of ethanol and hydrocarbons, special requirements for preparation of the mixtures must be met. In the mixtures, highly volatile hydrocarbons can be used. The problems of vapour pressure and phase stability of the E85 fuel are described and discussed.

Nový impaktový faktor Chemických listů trhá rekordy !

Společnost Thomson Reuters vyhlásila nové impaktové faktory časopisů (za rok 2009).

IF Chemických listů stoupl na hodnotu

0,717

a tím časopis Chemické listy opět zvýšil svou prestiž.

redakce