

VYUŽITÍ BIOETHANOLU JAKO PALIVA VE SPALOVACÍCH MOTORECH

JAN HROMÁDKO^a, JIŘÍ HROMÁDKO^b,
PETR MILER^a, VLADIMÍR HÖNIG^a a PAVEL
ŠTĚRBA^c

^a Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchbát, ^b Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 65, 100 10 Praha 10, ^c TÜV SÜD Auto CZ s.r.o., Novodvorská 994/138 142 21 Praha 4 janhromadko@tf.czu.cz

Došlo 7.10.09, přijato 1.12.09.

Klíčová slova: bioethanol, biopaliva, skleníkové plyny, zážehový motor, vznětový motor

Obsah

1. Úvod
2. Výroba bioethanolu
 - 2.1. Výroba bioethanolu z biomasy obsahující jednoduché cukry
 - 2.2. Výroba bioethanolu z biomasy obsahující škrob
 - 2.3. Výroba bioethanolu z lignocelulosové biomasy
3. Porovnání bioethanolu s klasickými palivy
 - 3.1. Využití bioethanolu v zážehových motorech
 - 3.2. Využití bioethanolu ve vznětových motorech
4. Závěr a diskuse

1. Úvod

EU spolupracuje v mezinárodním úsilí v boji proti klimatickým změnám. Musí zajistit snížení emisí skleníkových plynů GHG (Green House Gases), k němuž se zavázala v rámci Kjótského protokolu. Prostředkem, jak dosáhnout tohoto cíle, je racionalizace spotřeby energie a využívání obnovitelných zdrojů energie ve všech sférách průmyslu. V dopravním sektoru je hlavním prostředkem snížení GHG plynů zvyšování podílu biopaliv.

Prvním opatřením EU vedoucím k rozšíření využívání biopaliv bylo v roce 2003 přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/ES o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě. Dle této směrnice měly členské státy zajistit, aby na jejich trh bylo uváděno alespoň minimální procento biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot. Referenční hodnota pro tyto cíle činila 2 % a byla vypočítána na základě energetického obsahu celkového množství benzínu a nafty pro dopravní účely, prodávaného na jejich trzích do 31. prosince 2005. Do 31. prosince 2010 se referenční hodnota pro tyto cíle zvýšila na 5,75 % (cit.^{1,2}).

V lednu 2008 Evropská komise představila nový návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře výroby energie z obnovitelných zdrojů. Cílem tohoto návrhu směrnice je zavést celkový závazný cíl 20 % podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie a závazný minimální cíl pro podíl biopaliv v dopravním sektoru 10 % pro všechny členské státy³.

Z této nové směrnice jasně vyplývá, že nízkoprocen- tuální přidávání biopaliv do stávajících paliv je nedostačující a do budoucna je třeba zavádět paliva s vysokým obsahem biosložky. Problém je však ve výrobní ceně biopaliv, která je vyšší než u fosilních paliv.

Podporu biopaliv je třeba hledat v článku 16 odstavce 5 směrnice 2003/96/ES, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. Na jejím základě je možné daňově zvýhodnit čistá biopaliva a jejich vysokoprocen- tuální směsi s fosilními palivy. V České republice byl tento článek transformován pomocí Víceletého programu podpory dalšího uplatnění biopaliv v dopravě, který byl vypracován Ministerstvem zemědělství⁴. Po notifikaci orgány EU je na základě tohoto programu možné čistá biopaliva osvobodit od spotřební daně, u vysokoprocen- tuálních směsí s obsahem biosložky větším než 5 % pak odpočtem spotřební daně z podílu biosložky. Normy ČSN EN 590 a ČSN EN 228 dovolují přimíchávání biosložky do výše 5 % bez nutné úpravy palivového systému vozidel. Při provozu vozidel tak nevznikají dodatečné náklady, proto tato paliva nejsou nijak daňově zvýhodňována.

V České republice vhodná biopaliva představuje bioethanol a methylester řepkového oleje. Bioethanol je převážně považován za substituční biopalivo pro zážehové motory a methylester řepkového oleje pak pro vznětové motory. V celoevropském měřítku představuje podíl methylesterů různých olejů (v zahraničí často souhrnně označován jako biodiesel) 85 % ze všech vyrobených biopaliv⁵. Z pohledu diverzifikace biopaliv je třeba zvýšit podíl bioethanolu. Biopaliva s vyšším podílem bioethanolu také přinášejí výrazně větší pokles ostatních složek emisí (CO, HC, NO_x, případně PM) než methylestery různých olejů. Z pohledu poklesu produkce CO₂ jsou na tom methylestery o trochu lépe, než bioethanol vyráběný z cukrů nebo škrobu. Bude-li však bioethanol vyráběn z lignocelulo- sových materiálů technologií biopaliv druhé generace, dojde k výraznému zlepšení i v bilanci produkce oxidu uhličitého.

2. Výroba bioethanolu

Výroba bioethanolu je založena na fermentačním procesu, tj. působení enzymů (bílkovinných katalyzátorů) mikrobiální buňky některých kvasinek, který se též nazývá

kvašení. Proces probíhá převážně bez přístupu vzduchu (anaerobně), při čemž provzdušnění kvasného média, hlavně na počátku fermentace, je příznivé pro nárůst buněk a jejich aktivitu.

Přímo zkvasitelné jsou jen monosacharidy, jejichž molekula obsahuje 6 uhlíků. Složitější sacharidy musí být před zkvašováním hydrolyzovány na monosacharidy působením vlastních enzymů mikroorganismů nebo přidáním látek, zpravidla kyselin, které hydrolyzu způsobí.

Podle druhu biomasy, z které se bioethanol vyrábí, lze výrobu ethanolu rozdělit do tří skupin:

- výroba bioethanolu z biomasy obsahující jednoduché cukry (cukrová řepa a cukrová třtina),
- výroba bioethanolu z biomasy obsahující škrob (obiloviny),
- výroba bioethanolu z lignocelulosové biomasy (sláma, rychle rostoucí dřeviny, štěpky, odpad biologického původu, papír apod.).

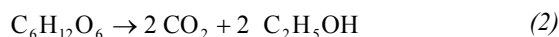
2.1. Výroba bioethanolu z biomasy obsahující jednoduché cukry

Výroba bioethanolu z cukrové řepy nebo třtiny je nejjednodušší. Tyto suroviny obsahují sacharosu, která se dle rov. (1) přemění na jednoduché cukry, které se pak dají snadno oddělit a fermentovat. I přes relativní jednoduchost výroby a větší přínos v eliminaci produkce skleníkových plynů není tento způsob výroby v České republice nejrozšířenější a převládá výroba bioethanolu z obilovin.



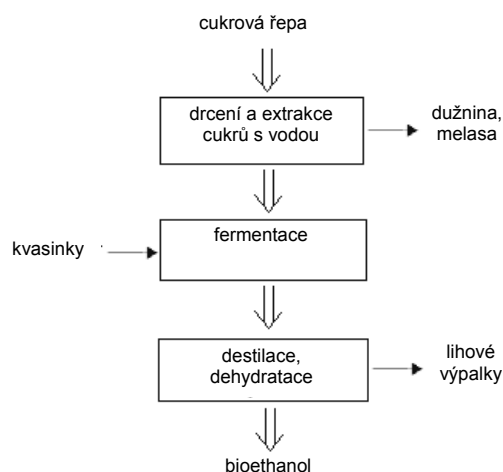
Před vlastní fermentací je cukrová řepa nebo třtina rozmělněna, cukry jsou odděleny pomocí vypírky vodou. Odpadem ze zpracování je dužnina a melasa.

Následuje kvašení ve fermentoru, při kterém jsou vzniklé sacharidy dle rov. (2) zkvašovány kvasinkami na bioethanol a oxid uhličitý.



Pro správný průběh kvašení je nutné dodržet vhodné pH (4 až 6) a odpovídající teplotu prostředí (27 až 32 °C). Za hraniční obsah etanolu v kvasící zápaře je považováno 12 až 13 obj.%, experimentálně bylo dosaženo hodnoty až 24 obj.% (cit.⁶).

Další fází výroby bioethanolu je proces destilace, při kterém dochází k oddělení destilátu (ethanolu) a destilačního zbytku. Následující rafinace je zaměřena na odstranění vedlejších produktů fermentace, které mohou nepříznivě působit na součásti palivového systému automobilů. Výsledkem rafinace je tzv. rafinovaný bioethanol, který obsahuje maximálně 95,5 % hmotnosti ethanolu a zbytek je tvořen vodou. To je dáno tím, že ethanol s vodou vytváří azeotropní směs (směs o konstantním bodu varu), kterou nelze již destilací oddělit. Protože obsah vody je základním kvalitativním znakem palivového bioethanolu, je nut-

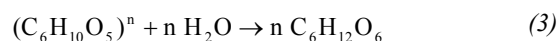


Obr. 1. Blokové schéma výroby bioethanolu z biomasy obsahující jednoduché cukry

né použít dalších metod k jeho odvodnění. V současné době se k odvodnění nejčastěji používají molekulární síta (zeolity). Postup výroby bioethanolu z cukrové řepy nebo třtiny je schematicky znázorněn na obr. 1.

2.2. Výroba bioethanolu z biomasy obsahující škrob

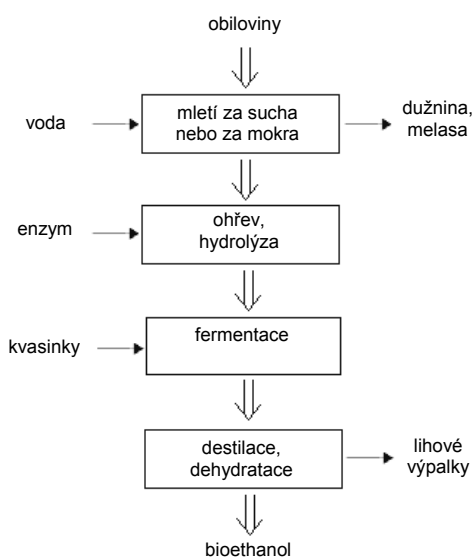
Prvním krokem výroby bioethanolu z obilovin je mechanická předúprava (mletí nebo drcení) zrna. Provádí se buď za mokra, nebo za sucha. Tímto způsobem se surovina zpřístupní pro působení komplexu enzymů. Odpadem jsou vláknité slupky zrn a stébla. Dalším stupněm výroby je příprava zápar. V tomto procesu dochází k bobtnání a zmazovatění zrn škrobu. Škrob je postupně převáděn působením enzymů nebo kyselou hydrolyzou na zkvasitelný sacharid (glukosu) viz rov. (3).



Následuje kvašení ve fermentoru, které probíhá za obdobných podmínek jako v případě výroby bioethanolu z obilovin. Také konečné úpravy surového bioethanolu (destilace, dehydratace) jsou shodné. Postup výroby bioethanolu z biomasy obsahující škrob je schematicky znázorněn na obr. 2.

2.3. Výroba bioethanolu z lignocelulosové biomasy

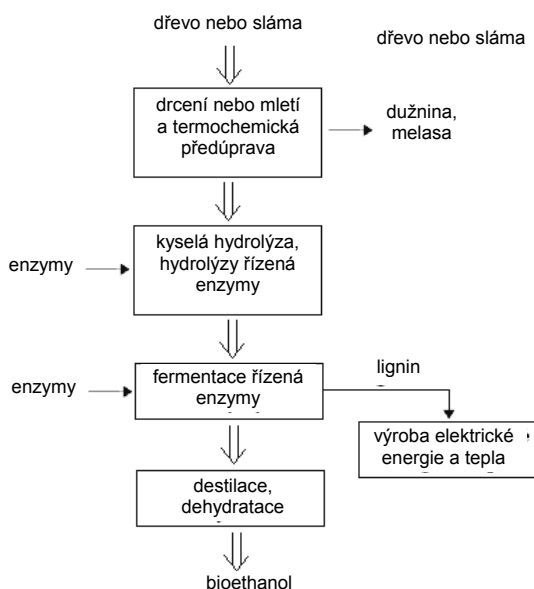
Technologie výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy je poměrně komplikovaná. V současné době je předmětem intenzivní výzkumné činnosti a její komerční využití se předpokládá v horizontu několika let. Do okruhu surovin patří rychle rostoucí energetické plodiny (vrba, blahovičník eukalyptus), zbytky ze zemědělské produkce (sláma, řepné řízky, vylišovaná cukrová třtina), zbytky ze zpracování dřeva a další dřevnaté odpady (kůra, piliny)



Obr. 2. Blokové schéma výroby bioethanolu z biomasy obsahující škrob

a organické podíly komunálního pevného odpadu (papír, lepenka). Široký okruh zdroje a vydatnost této suroviny je hlavním důvodem velkého zájmu o tuto surovinu. Zpracování lignocelulosové biomasy na bioethanol vykazuje rovněž lepší energetickou bilanci^{7,8}.

Proces konverze lignocelulosové biomasy na bioethanol je nejčastěji zahajován hydrolýzou lignocelulosové biomasy na jednoduché fermentovatelné cukry, která je



Obr. 3. Blokové schéma výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy

mnohem obtížnější než hydrolýza škrobu u biomasy pro biopaliva I. generace. Nejperspektivnější je kyselá hydrolýza a hydrolýza pomocí enzymů⁹. Postup výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy je schematicky znázorněn na obr. 3.

3. Porovnání bioethanolu s klasickými palivy

Výhřevnost: V porovnání s naftou i s benzinem má bioethanol nízkou výhřevnost, oproti naftě nízké cetanové číslo (CČ) a velmi malou mazací schopnost, v porovnání s benzinem vysoké oktanové číslo (OČVM). Porovnání dalších vlastností je uvedeno v tab. I. Přidáním bioethanolu do benzínu se zvyšuje OČVM, ale i tlak par. Kvůli nízké výhřevnosti je měrná spotřeba bioethanolu vyšší než spotřeba benzínu nebo nafty, takže palivový systém se musí v případě vyššího obsahu bioethanolu v palivu předimenzovat. Skupenské výparné teplo bioethanolu je v porovnání s benzinem vyšší a působí výraznější ochlazení palivové směsi přiváděné do motoru, čímž se dosáhne většího naplnění válců palivovou směsí. Vyšší skupenské výparné teplo působí problémy při spouštění motoru za nízkých teplot. Používá se pomocné zařízení pro spouštění za nízkých teplot, případně se motor spouští na benzin.

Obsah vody: Velké problémy vyvolá i malé množství vody v palivu, které může být příčinou rozpadu směsi bioethanolu s benzinem na dvě fáze, přičemž bioethanol přechází do vodní fáze. Bioethanol může způsobit korozi některých součástí, zejména palivového příslušenství motoru, i když tuto nepříznivou vlastnost lze zmírnit přidáním inhibitorů koroze. Agresivně působí na některé plasty a pryže¹⁰.

3.1. Využití bioethanolu v zážehových motorech

Směsi s nízkým obsahem bioethanolu. U zážehových motorů je bioethanol převážně využíván v podobě nízkoprocentního přidávání bioethanolu do automobilového benzínu. Nízkoprocentuální přidávání bioethanolu jen minimálně mění parametry automobilového benzínu, a není tedy třeba žádných úprav spalovacího motoru. Dle normy ČSN EN 228 lze do automobilového benzínu

Tabulka I

Porovnání základních vlastností motorové nafty, benzínu a bioethanolu¹⁰

Veličina	Nafta	Benzin	Bioethanol
Hustota (při 15 °C), kg m ⁻³	~ 830	~ 750	794
Výhřevnost, kWh kg ⁻¹	11,8	12	7,44
Hmot. podíl kyslíku, %	< 0,6	< 2,7	34,7
Oktanové číslo VM	–	91–100	108
Cetanové číslo	> 51	–	7

přimíchávat biosložku do maximálního podílu 5 obj.%.

Směsi s vysokým obsahem bioethanolu. Nizkoprocen- tuálním přimícháváním bioethanolu do paliva nelze splnit cíl 10 % podílu biopaliv v dopravním sektoru. Pro jeho dosažení je zapotřebí využívat čistá biopaliva, případně vysokoprocenční směsi biopaliv s fosilními palivy. U zážehových motorů vysokoprocenční směs představuje palivo E85 tvořené 85 % bioethanolu a 15 % autobenzinu natural 95.

Toto palivo lze spalovat ve vozidlech označovaných jako FFV (Flexi Fuel Vehicle). Flexi Fuel vozidla mohou být provozována jak na benzin, tak na bioethanolové pali- vo s různým podílem bioetanolu – až do 85 %. Z hodnot koncentrace kyslíku změřených sondou ve výfukových plynech získává řídicí jednotka motoru informaci o množ- ství bioethanolu v palivu a tomu přizpůsobí seřizovací parametry motoru, tzn. dávkování paliva, předstih zážehu a další. FF vozidla dodávají již téměř všichni výrobci auto- mobilů.

Úprava motoru. Palivo E85 je možné spalovat i v běžných vozidlech, je ale třeba provést jednoduchou úpravu řídicí jednotky motoru, která spočívá v prodloužení doby vstřiku paliva. Cena takovéto přestavby se pohybuje v závislosti na výrobci zařízení a typu vstřikovací soustavy daného motoru v rozmezí 5 až 15 tisíc Kč.

Dostupnost paliva. Palivo E85 je běžně k dostání u čerpacích stanic v západní Evropě. Od loňského roku náš největší výrobce bioethanolu (společnost Agroetanol TTD) začal vyrábět toto vysokoprocenční palivo i v ČR. Čerpací stanice zatím nemají velký zájem prodávat toto palivo. Důvodem je zejména jeho vyšší cena, která je způsobena relativně nákladnou výrobou bioethanolu a také nízký počet automobilů na našem trhu, které ho mohou používat. Od 1. ledna 2009 je dle zákona o spotřebních daních mož- né odpočítat spotřební daň z podílu biosložky u paliva E85 a dalších biopaliv. Odpočet spotřební daně z podílu biosložky cenově zvýhodní palivo s vysokým obsahem

biosložky, čímž lze očekávat, že dojde k nárůstu poptávky po palivu E85.

Výsledky testování. Možnost využití paliva E85 v běžném spalovacím motoru za využití úpravy řídicí jed- notky byla zkoušena na Katedře vozidel a pozemní dopra- vy Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze. Enviromentální přínos tohoto paliva byl vyhodno- cován pomocí virtuální simulace evropského jízdního cyk- lu. Souhrnné vyhodnocení spotřeby paliva a produkce jednotlivých složek škodlivých emisí přepočtené na jeden ujetý kilometr pro palivo natural 95 a E85 je uvedeno v tab. II (cit.¹¹).

Výsledky ukazují na nárůst spotřeby paliva při použití paliva E85, jehož příčinou je nižší výhřevnost ethanolu tvořícího základ paliva E85. Při kombinovaném způsobu provozu vzroste hmotnostní spotřeba paliva o 46,4 %. Výrazný nárůst spotřeby paliva nelze považovat za nega- tivní jev, je však nutné s nárůstem spotřeby paliva kalkulo- vat při stanovování ceny paliva E85. Přepočítaná cena na energetický ekvivalent benzínu musí být konkurenc- schopná.

Výrazný přínos je i v produkci přímo limitujících škodlivin, oxid uhelnatý, nespálené uhlovodíky a oxidy dusíku. Produkce oxidu uhelnatého při spalování paliva E85 poklesne o 30 %, produkce nespálených uhlovodíků poklesne o 21 % a produkce oxidů dusíku poklesne o 31 %, uvažujeme-li kombinovaný způsob provozu. Pří- mý pokles v produkci CO₂ je relativně nízký, jeho pokles je nutné hledat ve způsobu výroby ethanolu jako biopaliva.

3.2. Využití bioethanolu ve vznětových motorech

Cetanové číslo. Použití ve vznětových motorech je složitější vzhledem k odlišným parametrům ethanolu a motorové nafty viz tab. I. Hlavní problém představuje nízká vznětlivost ethanolu (cetanové číslo pouze 8), která musí být zvýšena speciálními aditivy. I přes výraznou

Tabulka II

Výsledná spotřeba paliva a produkce jednotlivých složek škodlivých emisí vztažená na jeden ujetý kilometr pro natural 95 a E85 (cit.¹¹)

Měrné emise	Městská část cyklu	Mimoměstská část cyklu	Kombinovaný provoz
Spotřeba paliva E85, g km ⁻¹	92,25	52,62	67,20
Spotřeba paliva natural 95, g km ⁻¹	63,56	35,62	45,90
CO ₂ na palivo E85, g km ⁻¹	218,6	122,8	158,05
CO ₂ na palivo natural 95, g km ⁻¹	225,5	126,7	163,06
CO na palivo E85, g km ⁻¹	0,27	0,26	0,26
CO na palivo natural 95, g km ⁻¹	0,43	0,33	0,37
HC na palivo E85, mg km ⁻¹	2,59	1,49	1,89
HC na palivo natural, mg km ⁻¹	3,2	1,86	2,35
NO _x na palivo E85, mg km ⁻¹	17,25	17,42	17,36
NO _x na palivo natural, mg km ⁻¹	24,39	25,46	25,07

Tabulka III

Procentuální změna provozních parametrů v porovnání s provozem na motorovou naftu

Palivo	P_e^a	M_t^b	m_{pe}^c	Kouřivost ^d	CO ^e	HC ^f	NO _x ^g	PT ^h
E95 -AVOCET	–35,9 %	–37 %	+69,6 %	–3,8 %	+199 %	+562 %	+5 %	–34 %
E85 -LC3027	–33,3 %	–34,5 %	+63,7 %	–97 %	+126 %	+287 %	+33 %	–51 %

^a P_e – výkon motoru v kW, ^b M_t – točivý moment motoru v Nm, ^c m_{pe} – měrná spotřeba paliva g/kWh, ^d kouřivost – kouřivost motoru měřená opacimetrem v 1/m, ^e CO – měrná produkce oxidu uhelnatého v g/kWh, ^f HC – měrná produkce nespálených uhlovodíků g/kWh, ^g NO_x – měrná produkce oxidů dusíku v g/kWh, ^h PT – měrná produkce pevných částic v g/kWh

aditivaci nelze ethanol spalovat v běžných vznětových motorech, je nutné provést jejich úpravu. Základní úprava spočívá ve zvýšení kompresního poměru na 25 a více a změně dimenzování vstřikovacího systému, která je nutná vzhledem k nízké výhřevnosti ethanolu.

Úprava motoru. Motor upravený pro použití ethanolu již nelze provozovat na běžnou naftu. V současné době je tento způsob využití bioethanolu ve vznětových motorech využíván firmou Scania, která ve švédském Stockholmu provozuje na 200 městských autobusů. Palivo, které je pak používáno v těchto motorech, je označováno jako E95 a skládá se z 95 % ethanolu a 5 % aditiv podporujících vznětlivost¹².

Výsledky testování. V Ústavu pro výzkum motorových vozidel (TÜV ÜVMV s.r.o.) bylo na traktorovém motoru zkoušeno palivo E95. Byly zkoušeny dvě varianty paliva, jedna s obsahem 95 % ethanolu a 5 % přísad pro vznícení AVOCET a druhá s obsahem ethanolu 85 % a 15 % přísad pro vznícení LC3027. Vliv paliva na výkonové parametry motoru, spotřebu paliva a produkci škodlivých emisí je znázorněna v tab. III. Spotřeba paliva a produkce škodlivých emisí byla stanovena v souladu s homologačními předpisy EHK 24 a EHK 96. Předpis EHK 24 stanovuje podmínky pro měření kouřivosti motoru a předpis EHK 96 definuje osmibodový zatěžovací test pro měření produkce škodlivých emisí a pevných částic při homologaci nesilničního vozidla.

V porovnání s provozem na motorovou naftu dojde k poklesu maximálního výkonu i maximálního točivého momentu. Tento negativní jev lze odstranit zvýšením vstřikovací dávky paliva, což ale v některých případech znamená vyměnit vstřikovací systém s nemožností návratu k provozu na motorovou naftu. Výrazný nárůst v měrné spotřebě paliva je způsoben stejně jako u paliva E85 nízkou výhřevností ethanolu.

U emisí oxidu uhličitého a nespálených uhlovodíků dojde k výraznému nárůstu produkce. Z tohoto důvodu vozidla spalující E95 musejí být dodatečně vybavena oxidačním katalyzátorem, který eliminuje jejich produkci. Mírný nárůst produkce oxidů dusíku může být snížen změnou recirkulovaného množství výfukových plynů. Ekologický přínos je v poklesu kouřivosti motoru, resp. v produkci pevných částic (PT), hlavní přínos opět spočívá v biologickém původu ethanolu.

Možnosti řešení. Použití systému dvou nádrží. Lze použít např. vstřik ethanolu do spalovacího prostoru samostatným vstřikovačem současně se vstřikem zapalovací dávky motorové nafty druhým vstřikovačem. Jiná možnost spočívá v nasávání zápalné směsi ethanolu se vzduchem. Příprava směsi se uskutečňuje obdobně jako v motorech zážehových buď v karburátoru, nebo nízkotlakým vstřikováním před sací ventil. Vlastní zapálení směsi se zajišťuje opět vstříknutím zapalovací dávky motorové nafty.

Přidávání ethanolu přímo do motorové nafty. Toto řešení však naráží na obtížnou mísitelnost obou paliv a nízkou stálost směsi. Mísitelnost a stálost směsi je možné podpořit přísadami, např. butanolem.

Výsledky testování. Možnost přimíchávání bioethanolu do motorové nafty byla zkoušena na Katedře vozidel a pozemní dopravy Technické fakulty České zemědělské

Tabulka IV

Tabulka průměrných měrných emisí a průměrné měrné spotřeby při simulaci NRTC cyklu pro motorovou naftu a motorovou naftu s 20 % bioethanolu¹³

Parametr	Nafta	Nafta + 20 % etanolu
Průměrná měrná spotřeba paliva, g kWh ⁻¹	275,76	297,84
Průměrné měrné emise CO ₂ , g kWh ⁻¹	829,32	822,01
Průměrné měrné emise CO, g kWh ⁻¹	25,35	22,29
Průměrné měrné emise HC, g kWh ⁻¹	0,16	0,13
Průměrné měrné emise NO _x , g kWh ⁻¹	6,55	5,43
Průměrná kouřivost, m ⁻¹	0,04	0,032

univerzitě v Praze. Na traktorovém motoru zetor 7701 byly naměřeny celkové charakteristiky motoru pro motorovou naftu a pro směsné palivo složené z 80 % z motorové nafty a 20 % bioethanolu. Homogenita směsi byla podpořena nepřetržitým mícháním během měření. Přínos přidávání 20 % bioethanolu byl vyhodnocen pomocí simulace NRTC (Non Road Transient Cycle). Výsledky ve změně spotřeby paliva a produkce jednotlivých složek emisí přepočtených na jednu kilowatt hodinu jsou uvedeny v tab. IV (cit.¹³).

Výsledky ukazují na výrazný ekologický přínos přidání 20 % ethanolu do motorové nafty. Všechny základní složky škodlivých emisí vykazují pokles. Největší pokles nastává v produkci emisí nespálených uhlovodíků (18,75 %), oxidů dusíku (17,1 %) a oxidu uhelnatého (12,07 %). Produkce oxidu uhličitýho zůstává téměř stejná, kladný přínos je opět třeba hledat v biologickém původu ethanolu. Jediný parametr, který se zhoršil, je měrná spotřeba paliva, což je způsobeno nižší výhřevností přidaného ethanolu.

4. Závěr a diskuse

Aby bylo možné dosáhnout trvale udržitelného rozvoje lidské společnosti, je nutné racionalizovat spotřebu fosilní energie ve všech sektorech lidské činnosti. V sektoru dopravy to znamená zvýšení podílu biopaliv, z kterých je bioethanol jedním z nejperspektivnějších.

Jak ukazují provedené experimenty s aplikací bioethanolu a zkušenosti ze zahraničí zejména z Brazílie, lze očekávat výraznější rozšíření využití bioethanolu u zážehových motorů, kde jeho aplikace nepřináší výraznější problém. Rozšíření bude směřovat do oblastí zvyšování podílu vozidel typu FF, cenovým zvýhodňováním paliva E85, případně dotacemi na FF vozidla a do oblastí zvyšování podílu povinného přimíchávání do automobilového benzínu. V současné době je povinné přimíchávání omezeno 5% hranicí dané normou ČSN EN 228, definující vlastnosti automobilového benzínu. V brzké době lze očekávat zvýšení této hranice na 10 %.

U vznětových motorů zůstane využití bioethanolu pravděpodobně jen okrajovou záležitostí. Přestavba motoru na palivo E95 je relativně nákladná a u přimíchávání bioethanolu jsou zas velké problémy s udržením homogenity směsi. V konkurenci s přimícháváním methylesteru řepkového oleje do motorové nafty nemůže bioethanol obstát.

V současné době je větší rozšíření bioethanolu omezeno možností jeho výroby. Veškerý bioethanol je vyráběn z potravinářských plodin technologií biopaliv první generace. Zde však nastává problém s konkurenčním působením na cenu potravin s následkem zvyšování jejich ceny. Výrazné rozšíření v produkci bioethanolu lze očekávat od výroby bioethanolu jako biopaliva druhé generace. Zdrojem je lignocelulosa, která je v přírodě více rozšířena. I když je tato technologie výrazně složitější, přináší větší potenciál ve snižování emisí skleníkových plynů a je i z ekonomického hlediska výhodnější.

Seznam zkratk

GHG	skleníkové plyny
CO ₂	oxid uhličitý
CO	oxid uhelnatý
HC	nespálené uhlovodíky
NO _x	oxidy dusíku
PM	pevné částice
CC	cetanové číslo
OČVM	oktanové číslo výzkumnou metodou
E85	palivo s 85 % bioethanolu a 15 % naturalu 95
E95	palivo s 95 % bioethanolu a 5 % přísad pro vznícení
FFV	flexi fuel vozidla

LITERATURA

1. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Brusel 8.5. 2003.
2. Šebor G., Pospíšil M., Maxa D.: Chem. Listy 100, 30 (2006).
3. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. COM(2008) 30 final, 23.1.2008.
4. Trnka J.: Cukr. Listy 124, 148 (2008).
5. Jensen P.: Climate for a Transport Change. EEA Report No 1/2008. ISSN 1725-9177.
6. Šebor G., Pospíšil M., Žákovec J.: Technickoekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě, výzkumná zpráva vypracovaná pro Ministerstvo dopravy ČR, VŠCHT Praha, červen 2006. http://www.mdcz.cz/cs/Strategie/Zivotni_prostredi/, staženo 25. února 2009.
7. Hönig V., Miler P., Hromádka J.: Cukr. Listy 124, 203 (2008).
8. Váňa J., Kratochvíl Z.: Vývoj technologie výroby bioethanolu ze slámy v České republice úspěšně ukončen. <http://biom.cz/index.shtml?x=98415>, staženo 21. listopadu 2007.
9. Dlouhodobá strategie využití biopaliv v České republice, předkládací zpráva MPO 2005 <http://download.mpo.cz/get/26605/26641/295747/priloha001.doc>, staženo 21. 11. 2007.
10. Laurin J.: Alternativní energie 4, 9 (2006).
11. Miler P., Hromádka J., Hromádka J., Hönig V., Schwarzkopf M.: Cukr. Listy 125, 180 (2009).
12. Hromádka J., Hönig V., Hromádka J., Miler P., Schwarzkopf M.: Cukr. Listy 125, 24 (2009).
13. Hromádka J., Miler P., Hromádka J., Hönig V., Schwarzkopf M.: Doprava 51, 22 (2009).

Jan Hromádko^a, Jiří Hromádko^b, P. Miler^a, V. Hönig^a, and P. Štěřba^c (^a *Technical Faculty, Czech University of Life Sciences, Prague*, ^b *Ministry of Environment, Prague, Czech Republic*, ^c *TÜV SÜD Auto CZ Co.*):
Use of Bioethanol in Combustion Engines

According to the EU directives, bioethanol is added to automobile gasoline. The E85 fuel contains 85 % of bioethanol and 15 % of Natural 95 gasoline. In compression-

ignition engines, the use of bioethanol is distinctively lower, the E95 fuel is predominating. Double-fuel systems with separate tanks of ethanol and diesel or with their direct mixing are also used. It is envisaged that the bioethanol proportion in fuels will increase at the expense of fossil fuels. A most pronounced increase in bioethanol use can be expected after development of second-generation biofuels.



Česká společnost chemická

uděluje



Cenu Miloše Hudlického

za významnou práci publikovanou v časopisech konsorcia ChemPubSoc Europe

v roce 2008

autorům

Claire L. Ricketts, Detlef Schroeder, Christian Alcaraz a Jana Roithová

za práci „Growth of larger hydrocarbons in the ionosphere of Titan“, publikovanou v CHEMISTRY – A EUROPEAN JOURNAL 14, 4779–4783.

v roce 2009

autorům

Louis Adriaenssens, Lukáš Severa, Tereza Šálová, Ivana Císařová, Radek Pohl, David Šaman, Shvia V. Rocha, Nathaniel S. Finney, Lubomír Pospíšil, Petr Slavíček a Filip Teplý

za práci „Helquats: A Facile, Modular, Scalable Route to Novel Helical Dications“, publikovanou v CHEMISTRY – A EUROPEAN JOURNAL 15, 1072–1076.

SRDEČNĚ BLAHOPŘEJEME