

AKTUÁLNÍ VYUŽITÍ A HODNOCENÍ TOPNÝCH OLEJŮ

ALEŠ VRÁBLÍK, NIKOLA BRINGLEROVÁ,
JOSE M. HIDALGO a RADEK ČERNÝ

*Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s., Laboratoř rafinerie, Záluží 1, 436 70 Litvínov
ales.vrablik@unicre.cz*

Došlo 1.12.15, přijato 3.5.16.

Klíčová slova: topný olej, námořní palivo, stabilita, celkový sediment

Obsah

1. Úvod
2. Využití TO jako lodního paliva
3. Stabilita topných olejů
4. Stanovení celkového obsahu sedimentů
5. Závěr

1. Úvod

Topný olej (TO) je zpravidla vyráběn ze zbytkových frakcí pocházejících ze sekundárních termických či katalytických procesů zpracování ropy, především destilačních zbytků. Často se jedná o poměrně složitou směs různých vakuových a atmosférických zbytkových frakcí, kterou je potřeba vhodným způsobem upravit tak, aby splňovala normované či zákazníkem požadované parametry, jakými jsou především jeho hustota, viskozita, bod vzplanutí či celkový obsah síry. Zbytkové frakce jsou míchány a ředěny vhodným způsobem z důvodu dodržení kvalitativních parametrů a předejití technologickým potížím, které mohou vznikat během přepravy, skladování či dalšího zpracování.

V důsledku efektivnějšího, tzn. hlubšího zpracování ropných produktů, zaznamenává produkce topných olejů v posledních letech znatelný pokles, přičemž může docházet i k poklesu výsledné kvality produktu. Podle statistických údajů zveřejněných Ministerstvem průmyslu a obchodu, představují topné oleje v rámci České republiky méně než 1 % z celkového množství na trh dodávaných rafinérských produktů v roce 2014 (cit.¹). V prostředí České republiky využívají rafinerie pro sekundární zpracování ropných zbytků fluidní katalytické krakování a termické krakování a produkují tímto způsobem poměrně značné množství topných olejů. Podle dostupných údajů se v roce

2014 jednalo o produkci celkem 135 kt topných olejů, z čehož 51 kt představovaly topné oleje vysokosírné¹.

2. Využití TO jako lodního paliva

Významným uplatněním vysokosírných i nízkosírných topných olejů je jejich využití jako lodního (námořního) paliva, které musí splňovat předepsané požadavky dané mezinárodní normou ISO 8217 (cit.²). S ohledem na základní vlastnosti, jakými jsou především hustota a viskozita, je topný olej uplatňovaný jako námořní palivo dělen a kategorizován do jednotlivých skupin (tabulka I). Na základě těchto skupin jsou rovněž vytvořeny cenové mapy jednotlivých produktů. Ceněny jsou zvláště topné oleje s nižší viskozitou a hustotou, které se dají dále použít jako ředící složky těžších topných olejů. Paliva, která se používají pro vnitrozemská a námořní plavidla, musí rovněž splňovat kvalitativní požadavky z hlediska ochrany ovzduší³ a i na ně jsou kladeny zpřísnující se nároky co do maximálního obsahu síry⁴.

Mezinárodní lodní doprava hraje klíčovou roli v celosvětovém obchodu a zároveň podporuje globální ekonomiku tím, že představuje realizaci více než 90 % světového obchodu. V současné době se pomocí lodní dopravy přepraví každoročně přibližně 8 mld. tun zboží, přičemž se na základě dosavadních statistik předpokládá její další nárůst⁵. Společně s nárůstem objemu přepravovaného zboží pochopitelně narůstají rovněž i nežádoucí emise škodlivých látek vznikající lodní dopravou, jakými jsou především oxidy síry, oxidy dusíku, těžké organické sloučeniny, drobné částice či oxidy uhlíku⁴.

V souvislosti s problematikou lodního paliva a předepsanými obsahy síry v těchto kapalných palivech lze zmínit dvě oblasti dané mezinárodní konvencí (MARPOL Marine Pollution)⁴. Jedná se o oblast definovanou jako Sulphur Emission Control Areas (SECAs), ve které platí přísnější pravidla v otázce obsahu síry než ve zbytku plavebního prostoru. V obou oblastech dochází v poslední době k plánovanému snižování maximálního povoleného obsahu síry v kapalných palivech, což s sebou nese řadu úskalí jak pro výrobce těchto paliv, tak pro jednotlivé koncové uživatele, především plavební společnosti⁶.

Podle dostupných informací došlo vlivem snížení povoleného obsahu síry na 0,1 hm.% v oblasti SECA k mírnému nárůstu používání destilačních paliv, avšak ne k tak velkému, jak se původně očekávalo. Tato paliva totiž mohou bez pečlivé rozvahy a testování způsobovat nemalé škody na lodních motorech⁷, jako je poškození palivových pump, vstříků a v některých případech minimálně přispívají ke snížení celkového výkonu motoru. K poškození motoru může rovněž dojít při používání dvou typů námoř-

Tabulka I

Základní rozdělení zbytkových topných olejů do jednotlivých tříd s ohledem na viskozitu a hustotu podle ISO 8217 (cit.²)

Max. viskozita při 50 °C [$\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$]	Max. hustota při 15 °C [kg m^{-3}]	Označení kategorie
10	920	RMA 10
30	960	RMB 30
80	975	RMD 80
180	991	RME 180
180	991	RMG 180
380	991	RMG 380
500	991	RMG 500
700	991	RMG 700
380	1010	RMK 380
500	1010	RMK 500
700	1010	RMK 700

ních paliv, které se mezi sebou liší provozními a skladovacími podmínkami pramenícími z odlišné viskozity. Topné oleje jako těžší paliva vyžadují předehřátí před samotným použitím, což může způsobit termální šok motoru při přepnutí na lehčí plynový olej na hranici stanovené prostorem SECA.

Pro minimalizaci nežádoucích emisí, a tím splnění příslušných požadovaných limitů, mají provozovatelé lodní dopravy hned několik možností. Jednou z nich je zavedení použití speciálních paliv se sníženým obsahem síry (tzv. „paliva SECA“), což klade vysoké nároky na odsiřovací technologii v prostředí rafinérie. Navzdory původnímu očekávání, že bude většina lodí od 1. 1. 2015 nucena přejít na spalování lehčích, destilovaných paliv, jakým je např. plynový olej (MGO – marine gas oil), několik společností vyvinulo a uvedlo na trh verzi nízkosírného topného oleje (ULSFO – ultra-low-sulphur fuel oil), který byl cíleně vyvinut pro začátek roku 2015. Komplikací by mohl být nižší lubrikační efekt v případě použití ULSFO paliv v porovnání s dříve využívanými těžšími vysokosírnými palivy, což by přineslo technické problémy především u často používaných dvoutaktních motorů⁸. Již v průběhu roku 2014 byla na trhu dostupná komerční aditiva upravující lubrikační vlastnosti nízkosírných námořních paliv, což je řešení za cenu zvýšení provozních nákladů. Některé společnosti uvedly na přelomu roku 2014 a 2015 na trh novou generaci nízkosírných paliv na bázi zbytkových topných olejů splňující legislativní požadavky ISO 8217:2012 pro kategorii RMD 80 (cit.²). Toto palivo má výhodu adekvátních lubrikačních vlastností, které napomáhají snížení tření a opotřebením motoru. Zároveň zmiňované palivo zamezí případnému termálnímu šoku svou vyšší viskozitou. Od začátku roku 2015 je po tomto typu zboží poměrně velká poptávka a podle obchodních oddělení jednotlivých společností se předpokládá její další nárůst.

Nejbližší očekávaná (plánovaná) změna v maximálním předepsaném obsahu síry v oblasti „mimo SECA“

nastane v roce 2020, kdy by se měl snížit limit ze současných 3,5 na 0,5 hm.%. V diskuzi je rovněž rok 2025, nicméně zatím je stále pravděpodobnější verze, že se tak stane již v roce 2020 (cit.⁹). Předseda organizace ICS (cit.¹⁰) Masamichi Morooka vysvětluje, že posun změny na rok 2025 je sice stále možný, nicméně jednotliví lodní dopravci ani rafinérský průmysl by neměli očekávat, že se tak stane čistě jen proto, že nejsou na tuto změnu připraveni. Morooka (ICS) dále uvedl, že rok implementace 2020 je velmi pravděpodobný bez ohledu na případný dopad dostupnosti vyhovujícího paliva na cenu námořní dopravy. ICS předpokládá, že by úprava v povoleném obsahu síry (the global sulphur cap) mohla znamenat zvýšení nákladů na lodní průmysl až o 50 mld. USD ročně.

Finální rozhodnutí o zavedení limitu 0,5 hm.% obsahu síry mimo prostor SECA by mělo být výsledkem studie o dostupnosti příslušných paliv, kterou požaduje organizace IMO, a která by měla být zkompletována před koncem roku 2018. I přes opakované žádosti ICS, členské státy IMO doposud odmítaly předložit jakékoliv studie o dostupnosti těchto paliv. Pokud budou případné problémy identifikovány až na konci roku 2018, bude již příliš pozdě, aby jednotlivé vlády přijaly příslušná opatření, uvedl Morooka pro časopis World Bunkering⁷.

3. Stabilita topných olejů

Složení a stabilita těžkých topných olejů závisí na původu ropy a na schématu zpracování jejich komponent¹¹. Jednotlivé složky ropy a ropných produktů se v přírodních podmínkách vyskytují v rovnovážném koloidním systému. Během sekundárního zpracování těžších ropných frakcí a destilačních zbytků dochází v důsledku používání fyzikálních či chemických procesů pro zvýšení výtěžku lehčích frakcí k narušování stability systému, což může mít za následek celkovou nestabilitu spojenou s vy-

srážením asfaltenů, sedimentací či oddělení jednotlivých fází.

Asfalteny, které se nacházejí v surové ropě, jsou obvykle charakterizovány jako podíly nerozpustné v *n*-heptanu a rozpustné v toluenu. Jejich koncentrace se může lišit v závislosti na typu a původu surové ropy. Asfalteny jsou molekuly s vysokou molekulární hmotností a obsahují organicky vázané vanad a většinu organicky vázaného niklu nacházejícího se v surové ropě¹². Rovněž obsahují relativně vysoké procento síry a dusíku, které mají prokazatelný vliv na stabilitu vyrobených paliv při jejich skladování¹³. Asfalteny lze řadit mezi polární molekuly, které se nacházejí prostřednictvím své vnější molekulární struktury v koloidní suspenzi, při které lze zanedbat působení gravitačních sil. Během procesů katalytického či termického krakování dochází ke změnám ve vnější struktuře molekul asfaltenů a může tak docházet k tvorbě kalu a vzniku nestabilních struktur⁸. K problému stability asfaltenů může také v některých případech vést způsob míchání topného oleje ze zbytkových frakcí¹⁴. Stabilita asfaltenových micel závisí na celé řadě faktorů, jakými jsou např. schopnost peptizace asfaltenového jádra, peptizační síla přítomných pryskyřic, relativní obsah asfaltenů a pryskyřic či aromaticita olejové fáze¹⁴. Taylor rovněž uvádí, že přidavek lehkých parafinů k oleji způsobí destabilizaci micelové struktury způsobené desorpcí/rozpuštěním pryskyřic vedoucí k agregaci a následujícímu vysrážení asfaltenových komponent¹⁴. V tomto procesu záleží na zvolení ředicího poměru.

Také celková doba výroby, přepravy a zpracování má vliv na stabilitu ropných produktů a potenciál k vysrážení a oddělení asfaltenů a těžších molekul¹⁵. Oddělení fází vlivem srážení může způsobit rozdílnou viskozitu v jednotlivých vrstvách skladovaného topného oleje⁶. Pro specifikaci těžkých topných olejů je důležité znát zejména celkový obsah potenciálních sedimentů. Důvodem potřeby garance je přítomnost asfaltenů a dalších vysokomolekulárních látek. Nekompatibilita jednotlivých směsí může způsobovat řadu problémů při transportu, skladování či konečném zpracování. Pro jejich předcházení lze identifikovat nekompatibilní oblasti například pomocí elipsometrie¹⁶.

Stabilitu topných olejů do jisté míry rovněž charakterizuje jejich vysoká viskozita či bod tuhnutí¹⁷. Vlivem nestability topných olejů připravených z vakuových zbytků ze sekundárních procesů a destilačních zbytků může dojít v průběhu skladování k nárůstu bodu tuhnutí o 4 až 15 °C. Existuje předpoklad, že nárůst bodu tuhnutí při skladování je způsoben změnou interakce parafinických uhlovodíků, látek na bázi pryskyřic a asfaltenů¹⁷. Při těchto reakcích dochází k vytváření krystalických struktur pevnějšího charakteru¹⁸.

Stratiev¹⁹ ve své studii použil pro výrobu topných olejů 16 druhů plynových olejů z procesů visbreakingu, FCC a z atmosférické destilace. Jednalo se o FCC lehký cyklový olej (LCO), FCC těžký cyklový olej (HCO), FCC zbytkový (slurry) olej, primární plynový olej (SRGO), atmosférický plynový olej (AGO), lehký vakuový olej

(LVGO) společně se zbytkem z visbreakingu. Ve zmíněné práci zároveň uvádí problematiku predikce výchozí viskozity. Jako teplotní optimum pro predikci zmiňuje rozmezí mezi 20 a 80 °C a zároveň poukazuje na obtížnou predikci u výchozích viskozit, které jsou vztaženy k odlišným teplotám. Za předpokladu splnění požadavků pro topné oleje by se při jejich míchání mělo dbát na doporučení ohledně minimalizace množství použitých ředicích složek¹⁹.

Pro upřesnění vzájemného vztahu mezi viskozitou a hustotou byl zaveden tzv. CCAI (calculated carbon aromaticity index) faktor, jehož limitní hodnotu udává ISO 8217. CCAI sice neposkytuje informace vztahující se k zapalovací a spalovací charakteristice zbytkového topného oleje, který je využíván jako námořní palivo, nicméně poskytuje informaci o zpoždění zážehu. Rychlé stanovení CCAI může být provedeno výpočtem, případně pomocí nomogramu, který je uveden v Annexu F normy ISO 8217 (cit.²).

Singh²⁰ ve své studii hodnotil stabilitu topných olejů při jejich skladování pomocí metody ASTM D 1796, která vychází ze stanovení obsahu vody a sedimentu (base sediment) pomocí centrifugačních postupů, kdy je vzorek smíchán v poměru 1:1 s toluenem a následně centrifugován. Podle výsledného rozvrstvení je vzorek topného oleje hodnocen²⁰. Některé studie zabývající se stabilizací topných olejů řeší jejich nestabilitu přidávkou různých stabilizátorů. Feldman (1984) doporučuje pro redukci tvorby sedimentu asfaltenů přidavek alkyl-aryl sulfonové kyseliny²¹. Respini (2005) naproti tomu využívá ke stejným účelům přidavku bazických sloučenin hořčíku²².

Mezi jednoduché a rychlé postupy, které lze použít pro hodnocení kompatibility topného oleje, patří tzv. Spot Test, prováděný podle ASTM D 4740 (cit.²³). Jedná se o test čistoty a kompatibility olejů, s jehož pomocí lze identifikovat palivo nebo směs, potenciálně způsobující technické či provozní problémy. Výskyt provozních problémů je pravděpodobný u ropných produktů, které obsahují nadměrné množství nerozpuštěných látek nebo složek se sklonem k separaci. Principem tohoto postupu je umístění kapky předeřhátého a důkladně zhomogenizovaného vzorku na filtrační papír, jenž je následně umístěn na dobu jedné hodiny do sušárny předeřháté na teplotu 100 °C. Po jedné hodině se filtrační papír vyndá ze sušárny a vzhled vzniklé skvrny se vyhodnotí vizuálně podle přítomnosti a vzhledu středové skvrny do pěti kategorií, přičemž kvalita topného oleje se zhoršuje od první kategorie k páté.

Další variantou pro hodnocení stability topného oleje je metoda kapkové zkoušky s názvem Oliensis test (ASTM D1370/D1370M)²⁴. S pomocí této metody lze stanovit, do jaké míry interagují asfaltenické částice mezi sebou a jaká je jejich kontaktní kompatibility. Vyhodnocení zkoušky probíhá vizuálním posouzením homogenity skvrny na filtračním papíře. U vzorku se zjišťuje nejnižší obsah xylenu (hodnota xylenový ekvivalent, XE) ve směsi isooktanxylen, při kterém se po kápnutí kapky směsi rozpouštědla a těžkého topného oleje nebo ropného zbytku na filtrační papír vytvoří homogenní skvrna. Podle obsahu xylenu lze vyvozovat stabilitu vzorku či sklon k usazování a vylučo-

vání asfaltenů, sraženin nebo suspendovaných látek v průběhu skladování nebo přepravy. Pokud je výsledný xylenový ekvivalent menší než 10, lze topný olej označit za velmi stabilní. V případě, že je tato hodnota v rozmezí 11–30, jedná se o stabilní topný olej. Vyšší hodnota xylenového ekvivalentu než je 30 náleží málo stabilnímu topnému oleji, přičemž pokud se tato hodnota pohybuje v rozmezí 56–100, lze tento olej charakterizovat jako nestabilní.

4. Stanovení celkového obsahu sedimentů

Celkový obsah sedimentu po stárnutí je parametr, jehož maximální možná hodnota je stanovena mezinárodní normou ISO 8217:2012 (cit.²). Jako jeden z mála normovaných parametrů úzce souvisí se stabilitou topného oleje popisující jeho chování během dlouhodobého skladování či transportu. Metoda stanovení je prováděna v souladu s ISO 10307 (cit.^{25,26}) a je principiálně založena na filtraci analyzovaného vzorku o definovaném množství při 100 °C přes dvojici filtrů. Z hmotnostní bilance je následně vypočten celkový obsah sedimentů v hm.%, přičemž výsledek se udává v rozmezí 0,01–0,50 hm.%. Výsledky mimo tento rozsah se podle normy uvádějí buď v formátu < 0,01 > či 0,50 hm.%.

Obecně lze definovat tři typy celkového obsahu sedimentů. Jedná se o celkový obsah sedimentu v původním vzorku (TS – total sediment) a dále o celkové obsahy sedimentů v zestárnutých vzorcích (total sediment aged). Total sediment aged lze dále rozdělit na termicky zestárnuté vzorky (TSP – total sediment potential) a chemicky zestárnuté vzorky (TSA – total sediment accelerated). ISO 8217 udává jako předepsaný parametr TS u zestárnutých vzorků (max. 0,10 hm.%), nicméně v případě sporů je jako rozhodčí určena metoda stanovení celkového obsahu sedimentu termicky zestárnutého vzorku TSP.

Při stanovení TSP podle procedury A (cit.²⁶) je vzorek topného oleje před samotnou filtrací ponechán na 24 h při teplotě 100 °C v olejové lázni bez jakéhokoliv míchání. Po 24 h je vzorek vyjmut z olejové lázně, promíchán a 10 g vzorku je převedeno na předehřátou filtrační aparaturu. Následující postup je prováděn v souladu s ISO 10307-1 a z celkové hmotnostní bilance dvojice filtrů před a po filtraci je vypočten parametr TSP. Podstata zkoušky TSA prováděná podle procedury B (cit.²⁶) spočívá ve srážení především asfaltenů *n*-hexadekanem s následnou filtrací za horka. Do míchaného vzorku je po kapkách přidáván *n*-hexadekan. Přidávání *n*-hexadekanu by nemělo probíhat rychleji než 1 ml za minutu, aby nedocházelo k lokální tvorbě sraženin, které by zkreslily výsledek analýzy. Následně je vzorek ponechán po dobu 1 h v olejové lázni při 100 °C a po této době je vzorek filtrován v souladu s ISO 10307-1 (cit.²⁵).

V průběhu procedury se vzorek promývá směsí heptan-toluen, která by měla vysrážené asfalteny převést zpět do roztoku^{27,28}. V průběhu srážení hrají asfalteny klíčovou roli a jsou na počátku tvorby samotného sedimentu.

Je prokázáno, že asfalteny tvoří micely pomocí π - π interakcí, vodíkových můstek či dipól-dipól interakcí a jsou vázány v tzv. komínku z polycyklických aromatických sloučenin. Tvoří tak složité koloidní struktury^{29–31}. Předpokládá se, že micely tvořené asfalteny, bývají obklopeny neasfaltenickými částicemi²⁹, které mohou znemožňovat jejich opětovnou rozpustnost. Sklon ke vzniku nerozpustných pevných látek, např. látky nerozpustné v toluenu stanovované podle ČSN 65 6219 (cit.³²), je výrazně ovlivněn charakterem suroviny a současně koreluje s obsahem asfaltenů³³.

Asfalteny jsou stabilizovány acidobazickými interakcemi s amfifilními molekulami (skládají se z části hydrofilní, představované polární skupinou, a z části hydrofobní, představované uhlovodíkovým řetězcem) či pryskyřicemi. Stabilizace micel je způsobena interakcí polární části obsahující kyselou skupinu, která je schopna navázat se na micelární jádro. Přídavek pryskyřic tedy může stabilizaci micel částečně zabránit srážení asfaltenů^{34,35}. Během filtrace vzorků (stanovování parametru TS, TSP či TSA) obsahující větší množství látek na bázi pryskyřic však může dojít ke komplikacím v podobě zalepení filtračních papírů, čemuž lze předejít přiřazením pomocného filtru, který není zařazen do celkové hmotnostní bilance³⁵. Výhodou použití tohoto pomocného filtru je, že není v rozporu s normovanou metodou podle kapitoly 9 – poznámka 2 normy, kde je uvedeno, že takovéto použití neovlivní výsledek stanovení²⁵.

5. Závěr

Při výrobě topného oleje se využívají zbytkové frakce ze sekundárních procesů zpracování ropy, které je dále nezbytné vhodným způsobem ředit tak, aby splňovaly potřebné kvalitativní parametry. Zároveň byly několikrát zpřísněny požadavky na kvalitu topných olejů, zejména na celkový obsah síry, ať už se jedná o využití topných olejů jako elektrárenského či námořního paliva. V roce 2015 proběhla změna v maximálním obsahu síry v námořních palivech v oblasti SECA. Další změna, která se bude vztahovat na plavební prostory mimo tuto oblast, je očekávána na začátek roku 2020. Výše popsání situace nutí jednotlivé rafinerie i plavební společnosti řešit danou situaci adekvátním způsobem. Tyto změny mohou značně ovlivnit prodej, využití a potažmo tak výrobu vysokosírných topných olejů v blízké budoucnosti.

Stabilita topných olejů bývá často proměnlivá v závislosti na použitých komponentech a zároveň na způsobu a době skladování. Z důvodu předcházení snížení kvality topného oleje, které by vedlo k technologickým potížím během dalšího zpracování, je nezbytné disponovat vhodnými analytickými metodami k hodnocení jeho stability. K dispozici je hned několik metod, které charakterizují stabilitu koloidní směsi, nicméně v současné době je nejpoužívanější metoda stanovení celkového obsahu sedimentu.

Projekt byl řešen s finanční podporou Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky, které poskytlo prostředky v rámci Institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace. Projekt byl začleněn do Národního programu udržitelnosti I Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky prostřednictvím projektu Rozvoj centra UniCRE, identifikační kód LO1606.

LITERATURA

- Ropa, ropné produkty – bilanční přehled za rok 2014. MPO ČR, dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument157142.html>, staženo 10. 12. 2015.
- ISO 8217: Petroleum products – Fuels (class F) – Specifications of marine fuels (2012).
- Vyhláška č. 154/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 312/2012 Sb., o stanovení požadavků na kvalitu paliv používaných pro vnitrozemská a námořní plavidla z hlediska ochrany ovzduší.
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) – Annex VI.
- Harrison S., Erilhan I.: *Hydrocarbon Eng. August*, 26 (2015).
- Vráblík A., Bringlerová N., Hidalgo J. M., Černý R.: *Paliva 7(2)*, 48 (2015).
- World Bunkering – Summer (2015), dostupné z: https://issuu.com/maritimemedia/docs/wb_summer_2015_web, staženo 12. 12. 2015.
- Koľwzan K., Narewski M.: *Latvian Journal of Chemistry 4*, 398 (2012).
- Sykes L., Kotlomin V.: *Hydrocarbon Eng. November*, 12 (2014).
- Morooka M.: ICS shipping (2015), dostupné z <http://www.ics-shipping.org/news/press-releases/view-article/2015/02/05/shipping-industry-should-be-prepared-for-global-sulphur-cap-in-2020-says-ics>, staženo 12. 12. 2015.
- Holmes J. W., Bullin J. A.: *Hydrocarbon Process. 9*, 101 (1983).
- Vermeire M. B.: *Chevron Global Marine Products*, (2012), dostupné z http://www.chevronmarineproducts.com/docs/Chevron_EverythingYouNeedToKnowAboutFuels_v3_1a_DESKTOP.pdf, staženo 12. 12. 2015.
- Holmes S. A., Blaton W. E.: *Proceedings of Symposium on Oil Shale Reactivity and Processing* (American Chemical Society, ed.), str. 355, Chicago 1985.
- Taylor S. E.: *Fuel 77*, 821 (1998).
- Hsu C. S., Robinson P. (ed.): *Practical advances in petroleum processing*. Springer Science & Business Media, New York 2007.
- Alvarez P., Menendez J. L., Berruero C., Rostani K., Milan M.: *Fuel Process. Technol. 96*, 16 (2012).
- Singh I. D., Kapoor M. P., Ramaswamy V.: *Fuel 70*, 195 (1991).
- Angle C. W., Long Y., Hamza H., Lue L.: *Fuel 85*, 492 (2006).
- Stratiev D., Dinkov R., Petkov K., Kirilov K.: *Oil Gas J. 106(34)*, 46 (2008).
- ASTM D 1796: Standard Test Method for Water and Sediment in Fuel Oils by the Centrifuge Method (Laboratory Procedure) (2011).
- Fledman N.: US 4,441,890 (1984).
- Respini M., Duggan G. G.: US 2005/0040072 A1 (2005).
- ASTM D 4740: Standard Test Method for Cleanliness and Compatibility of Residual Fuels by Spot Test (2014).
- ASTM D1370/D1370M: Standard Test Method for Contact Compatibility Between Asphaltic Materials (Oliensis Test) (2012).
- ISO 10307-1: Petroleum products – Total sediment in residual fuel oils – Part 1: Determination by hot filtration (2009).
- ISO 10307-2: Petroleum products – Total sediment in residual fuel oils – Part 2: Determination using standard procedures for ageing (2009).
- Stanislaus A., Marafí M.: *Catal. Today 109*, 167 (2005).
- Wiehe I. A., Liang K. S.: *Fluid Phase Equilib. 117*, 201 (1996).
- Storm D. A., Sheu E. Y.: *Fuel 74*, 1140 (1995).
- Pérez-Hernández R., Mendoza-Anaya D., Mondragon-Galicia G., Espinosa M. E., Rodriguez-Lugo V., Lozada M., Arenas-Alatorre J.: *Fuel 82*, 977 (2003).
- Kamenchuk Y. A., Pisareva S. I., Andreeva L. N., Unger F. G.: *Chem. Technol. Fuels Oils 42*, 39 (2006).
- ČSN 65 6219: Stanovení obsahu mechanických nečistot v ropných výrobcích filtrací (2008).
- Wang S., Chung K., Masliyah J. H., Gray M. R.: *Fuel 77*, 1647 (1998).
- Al-Sahhaf T. A., Fahim M. A., Elkilani A. S.: *Fluid Phase Equilib. 194*, 1045 (2002).
- Vráblík A., Černý R.: *Proceedings of 3rd International Conference on Chemical Technology, April 13. – 15. 2015, Mikulov – Czech Republic* (Czech Society of Industrial Chemistry, ed.), str. 91, Praha 2015.

A. Vráblík, N. Bringlerová, J. M. Hidalgo, and R. Černý (Unipetrol Centre of Research and Education, a.s. – Laboratory of Refinery): **Current Use and Evaluation of Fuel Oils**

The contribution deals with current as well as new trends in the field of the assessment of fuel oils and their application in the market. New findings for marine fuels and the limits of the sulfur content are included. Furthermore, the methods for assessing the stability of fuel oils are described, especially that of the total sediment determination. The article presents a critical and comprehensive view of the issue of the fuel oils.