

## Obyčajná nafta

Prívlastkom „obyčajný/-á/-é“ neraz nálepkujeme veci, ktorým často neprikladáme špeciálny význam či hodnotu – veci, ktoré takpovediac nestoja za našu hlbšiu pozornosť. Bežne si spomínaný prívlastok vyslúžia veci, ktoré síce denne používame, no o ktorých pôvode a vlastnostiach v skutočnosti vieme len toľko že „sú - existujú“, a mnohým z nás to stačí. No keď sme životom donútení z nejakého dôvodu zaoberať sa niektorou z týchto „obyčajných“ vecí oveľa detailnejšie, často s prekvapením zistíme, že aj tie „obyčajné“ veci vedia byť pomerne neobyčajne zložité...

NAFTA - slovo pochádzajúce z perzského výrazu „*nafata*“, ktorým Peržania označovali ropu svetlej farby voľne vyvierajúcu na povrch už v 7. storočí pred našim letopočtom. Dnes slovom nafta označujeme palivo do vznetrových motorov, jedného z množstva produktov vyrobených z čierneho zlata, teda ropy. Vyrobená je zmiešaním vhodných frakcií ropy získané destilovaním v destilačných kolónach rafinérií. Vo všeobecnosti je nafta zmesou plyného oleja, petroleja a zušľachtujúcich aditív. Popri základných surovinách sa v palive môže vyskytovať aj biologická zložka (FAME - fatty acid methyl ester) v množstve 5 – 30 % podľa aktuálne platnej legislatívy v jednotlivých krajinách. Zmiešaním podielov vyššie uvedených základných dvoch frakcií získame kvapalinu predstavujúcu zmes asi stovky uhl'ovodíkov s rôznym bodom varu v rozmedzí od 160 °C do 360 °C.

Z chemického hľadiska ide o zmes uhl'ovodíkov s rôznou stavbou molekúl obsahujúcich v molekule 9 až 22 atómov uhlíka. Svojim kvalitatívnym zložením je nafta približne z dvoch tretín totožná s petrolejovou frakciou. Zvyšok objemu tvorí uhl'ovodíková frakcia nazývaná plynové oleje. Vďaka veľmi dobrým nízkoteplotným vlastnostiam je podiel petrolejovej frakcie v zimnej nafte spravidla väčší, v letnom období naopak menší. Hustota nafty pri teplote 15°C sa pohybuje v rozmedzí 0,80 až 0,845 kg/dm<sup>3</sup>. Znamená to, že **nafta má o 15 až 20% menšiu hustotu než voda, a preto pláva na jej povrchu, alebo naopak voľná voda prítomná v nafte klesá na jej dno**. Hustotu nafty ovplyvňuje jej chemické zloženie a podiel jednotlivých frakcií. S rastúcim podielom petrolejovej frakcie hustota klesá (zimná nafta), zatiaľ čo s narastajúcim podielom plynových olejov hustota nafty rastie (letná nafta).

Pre praktické využitie nafty ako paliva vznetrových motorov v reálnych podmienkach je potrebné upraviť namiešaný produkt petrolejovej frakcie a plynových olejov rôznymi zušľachtujúcimi prísadami čiže aditívami. Tými najčastejšie využívanými palivovými aditívami sú nasledovné prísady:

*x zvyšovač cetánového čísla*

*x mazivostné prísady zlepšujúce tribologické vlastnosti paliva*

*x detergenty a disperzanty (DD prísady) rozpúšťajúce a rozptyľujúce usadeniny a rôzne kaly*

*x inhibitory korózie chrániace kovové časti palivovej sústavy pred účinkom vody a kyselín*

*x antioxidanty stabilizujúce palivo počas jeho dlhodobého skladovania*

*x deemulgátory napomáhajúce odstráneniu vody z paliva pomocou separačných odkal'ovacích filtrov*

*x depresanty upravujúce zimné vlastnosti paliva*

*x vodivostné (antistatické) prísady zvyšujúce bezpečnosť paliva pri prečerpávaní nafty*

*x deaktivátory kovov znižujú katalytický účinok kovových častíc podporujúcich degradáciu paliva*

*x prísady proti peneniu zlepšujúce čerpatelnosť nafty a zvyšujúce oxidačnú stálosť paliva*

*x doplnkové aditíva: deodoranty a prísady proti biologickej kontaminácii paliva*

## Norma STN EN 590 + A1

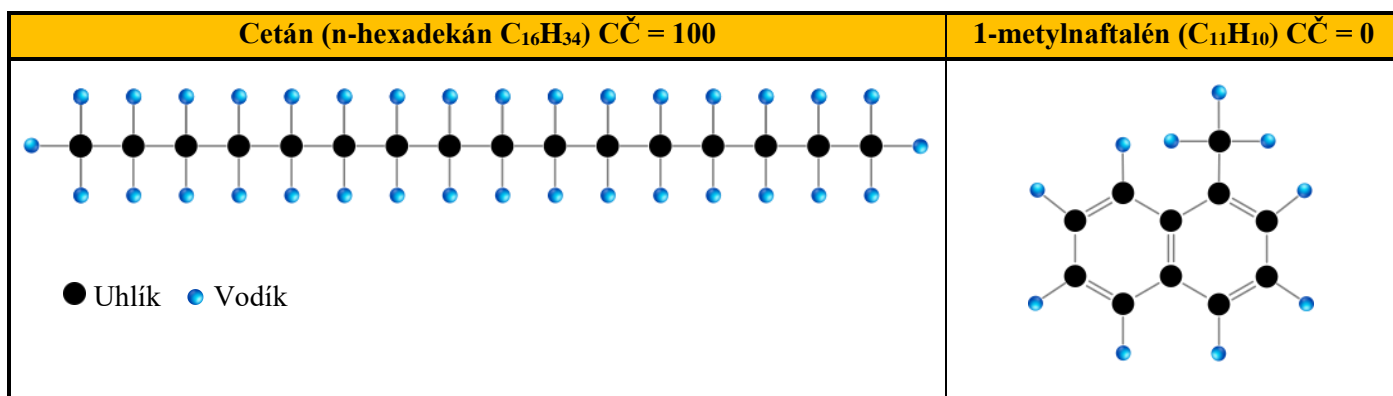
Kvalita nafty, ako motorového paliva pre spaľovacie motory, je definovaná záväzným technickým predpisom v podobe normy **STN EN 590 + A1: 2018**. Norma vymedzuje hodnoty základných parametrov, ktoré boli postupom času stanovené ako rozhodujúce pre bezproblémové využitie v moderných vznetrových motoroch. Stanovený predpis vytvára základné predpoklady pre výrobu paliva ako optimálneho chemického zdroja energie zabezpečujúceho dlhodobé efektívne využívanie vznetrových spaľovacích motorov. Norma je záväzným dokumentom pre všetkých výrobcov paliva prípadne i distribútorov. Za účelom dohľadu nad jej dodržiavaním boli zavedené mechanizmy kontroly kvality palív nezávislými organizáciami na úrovni jednotlivých krajín, ako aj spoločenstva EÚ (napr. monitorovací systém kvality FQMS- Fuel Quality Monitoring System), ktoré sú zárukou, že výrobcovia budú dodržiavať požiadavky platnej európskej normy EN 590 pri výrobe nafty pre spaľovacie motory.

### Základné sledované parametre motorovej nafty podľa normy STN EN 590

| Sledovaný parameter  | Jednotka           | Limity   |      | Skúšobná metóda           |
|--|--------------------|----------|------|---------------------------|
|  |                    | min.     | max. |                           |
| <i>Cetánové číslo</i>  | -                  | 51       | -    | EN ISO 5165               |
| <i>Cetánový index</i>  | -                  | 46       | -    | EN ISO 4264               |
| <i>Hustota pri teplote 15 °C</i>   | kg/m <sup>3</sup>  | 820      | 845  | EN ISO 3675, EN ISO 12185 |
| <i>Polycyklické aromatické uhľovodíky</i>  | % (m/m)            | -        | 11   | EN 12916                  |
| <i>Obsah síry</i>  | mg/kg              | -        | 10   | EN ISO 20846 EN ISO 20884 |
| <i>Bod vzplanutia</i>  | °C                 | 55       | -    | EN ISO 2719               |
| <i>Karbonizačný zvyšok (z 10 % destilačného zvyšku)</i>                                | % (m/m)            | -        | 0,30 | EN ISO 10370              |
| <i>Obsah popola</i>  | % (m/m)            | -        | 0,01 | EN ISO 6245               |
| <i>Obsah vody</i>  | mg/kg              | -        | 200  | EN ISO 12937              |
| <i>Celkový obsah nečistôt</i>  | mg/kg              | -        | 24   | EN 12662                  |
| <i>Korózia na medenom pliešku (3 hodiny pri teplote 50 °C)</i>                         | stupeň korózie     | trieda 1 |      | EN ISO 2160               |
| <i>Oxidačná stálosť</i>  | g/m <sup>3</sup>   | -        | 25   | EN ISO 12205              |
| <i>Mazivosť, korigovaná priemerná hodnota šírky oderovej stopy (wsd 1,4) pri 60 °C</i> | µm                 | -        | 460  | ISO 12156-1               |
| <i>Viskozita pri teplote 40 °C</i>   | mm <sup>2</sup> /s | 2,0      | 4,5  | EN ISO 3104               |
| <i>Obsah metylesteru mastnej kyseliny (FAME)</i>                                       | % (V/V)            | -        | 7    | EN 14078                  |
| <i>Destilačná skúška</i>   |                    |          |      |                           |
| <i>% (obj.) destilátu do teploty 180 °C</i>  | % (V/V)            | -        | 10   | EN ISO 3405               |
| <i>% (obj.) destilátu do teploty 250 °C</i>  | % (V/V)            | -        | 65   |                           |
| <i>% (obj.) destilátu do teploty 350 °C</i>  | % (V/V)            | 85       | -    |                           |
| <i>95 % (obj.) predestiluje do teploty</i>   | °C                 | -        | 360  |                           |

## Prísady pre zvýšenie cetánového čísla

Cetánové číslo (ďalej len „CČ“) je bezrozmerné číslo vyjadrujúce mieru reaktivity nafty. Čím je vyššie, tým ľahšie a rýchlejšie sa nafta vznieti. Vyššie hodnoty CČ majú totiž priaznivý vplyv na skrátenie tzv. prieťahu vznietenia. Prívlastok „cetánové“ je odvodené z názvu uhľovodíka známeho ako cetán (alebo tiež n-hexadekán  $C_{16}H_{34}$ ). Ide o veľmi reaktívny uhľovodík s CČ = 100. **Cetán ako silne aktívny uhľovodík bol zvolený za jeden z dvoch referenčných uhľovodíkov pre stanovenie CČ.** Druhým referenčným uhľovodíkom ako protikladu cetánu bol zvolený nereaktívny 1-metylnaftalén  $C_{11}H_{10}$  s nulovou hodnotou CČ. Stanovenie CČ prebieha za presne definovaných podmienok na špeciálne upravenom jednovalcovom skúšobnom motore s premenlivým kompresným pomerom (na obrázku). Princíp spočíva v hľadaní takej zmesi oboch uhľovodíkových etalónov, ktorá má rovnaký prieťah vznietenia ako skúšané palivo. Po namiešaní takej zmesi je CČ skúšaného paliva stanovené ako objemové percento cetánu v zmesi s 1-metylnaftalénom, ktorá vykazuje v skúšobnom motore rovnaký prieťah vznietenia ako skúšané palivo. **Príklad:** nafta s CČ 51 je palivo, ktoré má za identických podmienok v skúšobnom motore rovnaký prieťah vznietenia ako zmes 51% cetánu a 49% 1-metylnaftalénu.



Minimálna normou požadovaná hodnota CČ súčasných palív je 51 jednotiek. Základná hodnota cetánového čísla každej nafty je daná jej uhľovodíkovým zložením. Zmiešaním jednotlivých uhľovodíkových frakcií zastúpených v plynovom oleji a petrolejovom destiláte s rôznou hodnotou cetánového čísla sa získa palivo s výsledným CČ spravidla mierne nižším ako požaduje norma STN EN 590. Rafinéria potom pristúpi k aditívácii "surovej" nafty a vzniká palivo štandardnej kvality alebo prémiové palivo. Prostým splnením požiadaviek normy len s minimálnou rezervou nad predpísanú úroveň sledovaných parametrov, dáva predpoklad k vzniku paliva štandardnej kvality. Ak je cieľom výroba tzv. prémiového paliva producent prípadne distribútor palív, popri iných sledovaných parametroch nafty, často zvýši aj hodnotu CČ nafty na 54 až 62 jednotiek.

**Zvýšenie hodnoty CČ vedie ku skráteniu prieťahu vznietenia, a teda k uľahčeniu studených štartov, k optimalizácii spaľovania, miernemu zníženiu spotreby a hlučnosti motora, ale aj k zlepšeniu emisnej bilancie motora, čo zároveň predlžuje životnosť a bezporuchovú prevádzku systémov na úpravu výfukových plynov (DOC, DPF, EGR, SCR). V praxi platí, že požiadavka na hodnotu CČ nafty rastie s klesajúcim kompresným pomerom motora.**

K najčastejšie v súčasnosti rafinériami a predajcami palív využívanou zlúčeninou pre účely úpravy CČ je 2-etylhexyl-nitrát (2-EHN). Jej obsah v nafte sa pohybuje v rozmedzí 60 až 1 400 ppm, a zriedkavo až 2 000 ppm. Menej využívanou alternatívou zo skupiny nitrátov, býva zlúčenina dodecyl-nitrát, ktorá je však drahšia.

---

*V súvislosti s vlastnosťami 2-EHN a snahou o individuálnu dodatočnú aplikáciu voľne dostupných palivových prípravkov treba zdôrazniť, že cetán svojou prítomnosťou v palive ovplyvňuje "len" kvalitu samotného procesu spaľovania paliva avšak bez akéhokoľvek pozitívneho prínosu pre mechanickú životnosť prvkov palivovej sústavy. Vo vzťahu k predĺžovaniu životnosti dielov palivového systému motora je totiž účinok zvyšovača cetánového čísla prakticky nulový, resp. neutrálny. Preto individuálne pridávanie palivových aditív formou koncentrovaných prípravkov 2-etylhexylnitrátu známych pod označením „cetán booster“ nemôže nijak predĺžiť životnosť dielov palivového okruhu - k tomu účelu slúžia iné prísady. **Primárnym dôvodom pridávania 2-EHN do nafty výrobcami je splnenie minimálnych požiadaviek normy EN 590 alebo výroba prémiových palív s nadštandardným CČ za účelom zvyšovania kvality a efektivity procesu spaľovania.** Výsledkom je zlepšenie studených štartov, mierne zníženie spotreby paliva, ako aj priaznivejšia emisná bilancia spalín. Nepatrný nárast výkonu (0,3% -2%) zostáva síce pozitívnym, no len vedľajším sekundárnym efektom.*

---

Popri cetánovom čísle norma EN 590 rozlišuje aj parameter s názvom *cetánový index*. Cetánový index predstavuje vypočítanú (teoretickú) hodnotu cetánového čísla na základe hustoty paliva a vybraných hodnôt destilačnej krivky. Hodnota indexu je vždy nižšia ako hodnota experimentálne zisteného CČ, pričom normou požadovaná minimálna hodnota indexu je stanovená na 46 jednotiek.

### **Zlepšenie mazacích vlastností pomocou aditív**

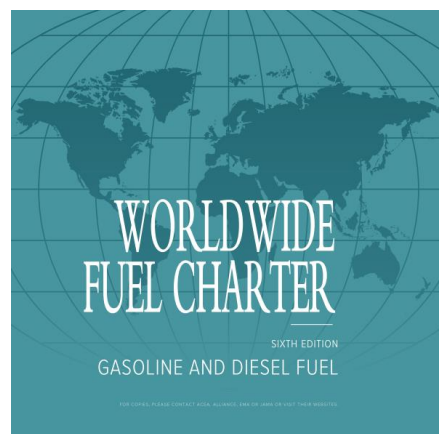
Nedostatočné mazanie exponovaných plôch podávacieho i vysokotlakového čerpadla ako i vstrekovačov vedú v praxi k nadmernému adhéznemu i abrazívnemu opotrebeniu trecích a valivých plôch jednotlivých prvkov palivového okruhu vystavených extrémnym merným tlakom. Dnešné palivové okruhy predstavujú vysoko sofistikované hydraulické systémy s malými prietokmi pracovnej kvapaliny (nafty), no s extrémnymi špičkovými tlakmi 200 až 300 MPa (2000 – 3000 bar) !

---

*Mazanie (ale i chladenie) pohyblivých dielov dnešných vysokotlakových palivových systémov vznetových motorov vybavených rotačnými vstrekovacími čerpadlami alebo systémami Common rail zabezpečuje palivo, teda samotná nafta! **Mazacie prísady zlepšujúce tribologické vlastnosti nafty spolu s DD aditívami, inhibítormi korózie a deemulgátormi, zásadným a rozhodujúcim spôsobom ovplyvňujú mechanickú životnosť pohyblivých dielov celej palivovej sústavy.***

---

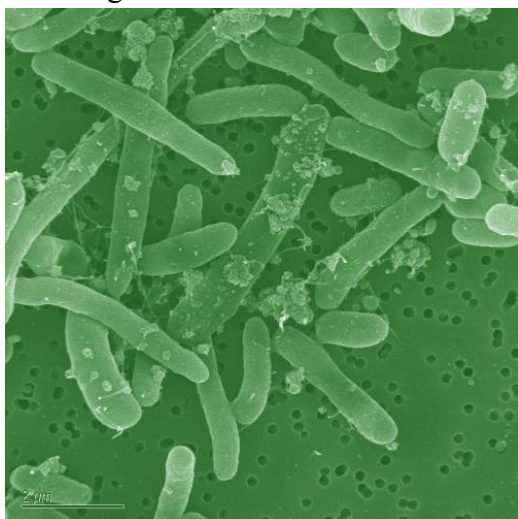
V súčasnosti platná norma EN 590 ustanovuje požiadavku na mazivosť nafty ako priemernú hodnotu oderovej plochy podľa štvorguličkového testu HFRR (High Frequency Reciprocating Rig) na maximálne 460 mikrometrov. Avšak výrobcovia vozidiel a motorov celého sveta združení okolo Svetovej charty palív (WWFC - Worldwide Fuel Charter), v ktorej vyjadrujú svoje odporúčenia, návrhy, skúsenosti a stanoviská vo vzťahu ku kvalite palív s cieľom dospieť k ich celosvetovej štandardizácii, požadujú, aby priemerná hodnota oderovej plochy pri skúške mazivosti nebola väčšia ako 400 mikrometrov. Znižovanie obsahu síry respektíve jej zlúčenín z dôvodu ekologizácie nafty až na súčasnú úroveň max. 10 mg/kg (10 ppm), viedlo k radikálnemu zhoršeniu jej prirodzených mazacích schopností. Výrobcovia palív sú preto nútení do nafty pridávať drahé mazacie aditíva tak, aby spĺňali požiadavky v tomto smere už zastaralej normy EN 590. Jednotlivé rafinérie tak robia s rôzne veľkou rezervou. Prídavky metylesterov mastných kyselín, ktoré výrobcovia do nafty aplikujú síce zlepšujú mazivosť, no degradujú iné vlastnosti paliva, ktoré je potrebné "zachraňovať" ďalšími drahými prísadami, a preto nepredstavujú ideálne riešenie. Ako prísady na zlepšenie tribologických vlastností paliva sa používajú estery mastných a karboxylových kyselín v koncentráciách 50-300 ppm (2).



Najuvedomejší producenti a predajcovia v súčasnosti dodávajú do siete čerpacích staníc palivá so špičkovou mazivosťou, kedy veľkosť oderovej stopy podľa testu HFRR dosahuje úroveň len 200-280 mikrometrov, výnimočne i menej! Títo producenti si uvedomujú, že nároky súčasných vysokotlakových čerpadiel a vstrekovačov na mazanie už dávno preyšujú požiadavku uvedenej normy STN EN 590. Ak sa k tomu navyše pridá mechanická, ale najmä chemická kontaminácia „lacnej“ nafty napr. vykurovacím olejom, benzínom či vodou s minimálnou mazacou schopnosťou, následkom sú predčasne opotrebované dopravné a vysokotlakové čerpadlá, ako aj vstrekovače. Individuálne využívanie prípravkov zlepšujúcich tribologické vlastnosti nafty a pravidelná výmena palivových filtrov, má svoje pevné miesto v starostlivosti o palivovú sústavu nielen strojov JCB.

## Kontaminácia nafty mikroorganizmami

Nafta, ako zlúčenina organického pôvodu zložená primárne z uhlíka a vodíka, je relatívne hodnotným živným substrátom pre všadeprítomné mikroorganizmi: baktérie, plesne, huby i kvasinky. Pôvodne biologicky sterilné palivo (vdďaka veľmi vysokým teplotám destilácie) krátko po jeho výrobe sa postupne kontaminuje všadeprítomnými mikroorganizmami v procese ďalšieho spracovania paliva, skladovania nafty, prečerpávania, distribúcie i tankovania do nádrží samotných strojov. K znehodnoteniu nafty mikroorganizmami dochádza na dvoch úrovniach: jednak rozkladom samotných uhľovodíkov (najmä n-alkánov), z ktorých sa nafta skladá vrátane rozkladu prítomných aditív s obsahom dusíka a fosforu, a zároveň kontaminovaním paliva nežiadúcimi produktami látkovej premeny mikroorganizmov - metabolitmi. **Základnou podmienkou pre rast a množenie sa organizmov je prítomnosť vody v palive.** Rovnako tak prítomnosť biozložky v palive (napr. FAME, MERO) pri optimálnej kombinácii ďalších podmienok, významne zvyšuje pravdepodobnosť rozvoja biologickej kontaminácie paliva. Za postačujúci objem vody v palive pre rozvoj mikroorganizmov sa považuje množstvo nad 60 – 100 ppm. V súčasnosti platná norma EN 590 predpisuje maximálny obsah vody vo fosílnej nafte na úrovni 200 ppm, teda vyššej než je vôbec potrebné pre úspešné množenie mikroorganizmov. V prípade bionafty technická norma EN 14 214 pripúšťa dokonca až 500 ppm vody. Pri optimálnej súhre podmienok ako prítomnosť vody v palive, zvýšená teplota



skladovania, priaznivý pH faktor, obsah voľného či viazaného kyslíka, (ne)prítomnosť svetla, dlhodobá nehybnosť paliva, dochádza k rozsiahlemu množeniu organizmov predovšetkým na rozhraní vody a paliva. Voda je pre mikroorganizmy dôležitým zdrojom kyslíka. Výsledkom metabolických procesov prítomných mikroorganizmov je vznik organických kyselín, sirovodíka  $H_2S$  a makromolekulových látok, ktoré pri reakcii s oxidom uhličitým vytvoria hmotu rôsolovitej konzistencie s vysokou viskozitou. Vznikajúca polotekutá biomasa má vysokú afinitu k takmer všetkým povrchom, s ktorými v palivovej sústave naftových motorov prichádza do kontaktu a doslova obalí tento povrch. V praxi následne táto viskózna hmota znemožní plynulé prúdenie nafty celou palivovou sústavou. Najhoršie zasiahnuté sú najmä palivové filtre, ktoré pre vzniknutú „rôsol“ predstavujú neprekonateľnú prekážku. Kyslá povaha s nízkym pH vzniknutého metabolitu môže mať natoľko dramatický vplyv na mechanické diely palivovej sústavy, že spôsobí úplné znehybnenie presne opracovaných dielov s minimálnymi vôľami v dôsledku rozsiahleho skorodovania ocelových dielov, a to dokonca aj úplne nových, no dlhodobo nepoužívaných strojov či mechanizmov určených ešte len na predaj prvému majiteľovi.

Napriek tomu že, prítomnosť mikroorganizmov v palive je možné exaktne stanoviť len kultivačným testom v laboratórnych podmienkach, **praktickou indíciou svedčiacou o biologickom kontaminovaní paliva je existencia vláčnych kalov a rôsolovitej hmoty v palive, či slizovitej vrstvy (filmu) na stenách potrubia, nádrží, filtroch a podobne.**

V prípade nutnosti je možné do nafty aplikovať špecializované aditíva na báze chynolínu, cyklických amínov, imadazolínu, formaldehydu alebo zlúčenín bóru s cieľom ochrániť palivo pred mikrobiologickou

kontamináciou. Takúto biocídnu vlastnosť ponúkajú najmä aditíva určené pre dlhodobú chemickú stabilizáciu paliva. Účinok aditív sa prejaví bakteriocídnym (usmrčujúcim) efektom alebo bakteriostatickým pôsobením teda spomaľujúcim rast a množenie mikroorganizmov. **POZOR! Aplikácia aditív na ochranu pred biologickou kontamináciou paliva si vyžaduje dôsledné dodržania pokynov výrobcu týkajúcich sa dávkovania a spôsobu aplikácie. Nedodržaním postupu totiž možno vážne poškodiť palivovú sústavu!**



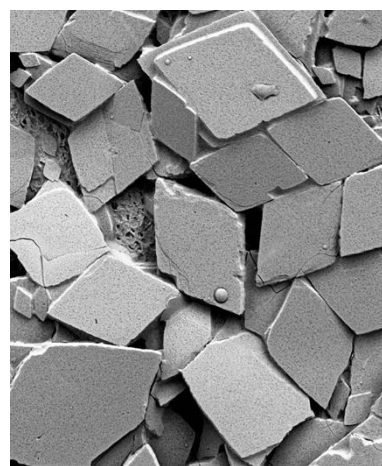
S narastajúcou priemernou celoročnou teplotou a všeobecným otepľovaním v našom klimatickom pásme sa s týmto druhom znehodnotenia paliva stretávame čoraz častejšie. V skutku veľkým problémom je biologická kontaminácia palív najmä v subtropických a tropických častiach sveta, kde tento druh degradácie nafty vnímajú ako vážny problém. Mimoriadnym problémom je biologická degradácia v námornej a riečnej doprave. Vo svete existuje niekoľko renomovaných spoločností zaoberajúcich sa komplexnými službami ohľadom prevencie, diagnostikovania a odstraňovania mikrobiologickej kontaminácie ropných výrobkov: palív i mazív. Jednou so známych firiem je napr. anglická spoločnosť ECHA Microbiology Ltd.

V našich končinách sú ohrozené najmä staršie nadzemné nádrže čerpacích staníc poľnohospodárskych a dopravných podnikov či "dvorových čerpačiek" vystavené poveternostným vplyvom s veľkým počtom čoraz teplejších dní. Aplikácia biocídnych aditív je namieste pri dlhodobom skladovaní bionafty, ako aj fosilnej nafty s obsahom biologickej zložky. Mimoriadne opodstatnená je prevencia pred biologickou degradáciou paliva pri dlhobnej odstávke strojov na niekoľko mesiacov či dokonca rokov (napr. veterány v múzeách). Ohrozené sú i sezónne poľnohospodárske stroje, stavebné mechanizmy, ale i vojenské mobilné prostriedky a špeciálne stacionárne zariadenia pracujúce len pár týždňov či mesiacov v roku. Mimoriadny význam majú pri záložných diesel-agregátoch slúžiacich pre príležitostné zabezpečenie dodávok elektrickej energie či odčerpanie vody zo zaplavených objektov a podobne.

## Nafta v zime

Známou „chorobou“ vznetových motorov sú možné problémy s podchladenou naftou a studeným štartom pri teplotách pod bodom mrazu. Naša prax dokazuje, že neznalosť aspoň základných reakcií nafty na podchladenie u obsluhy strojov spôsobuje problém so štartom motorov aj pri teplotách tesne nad nulou .

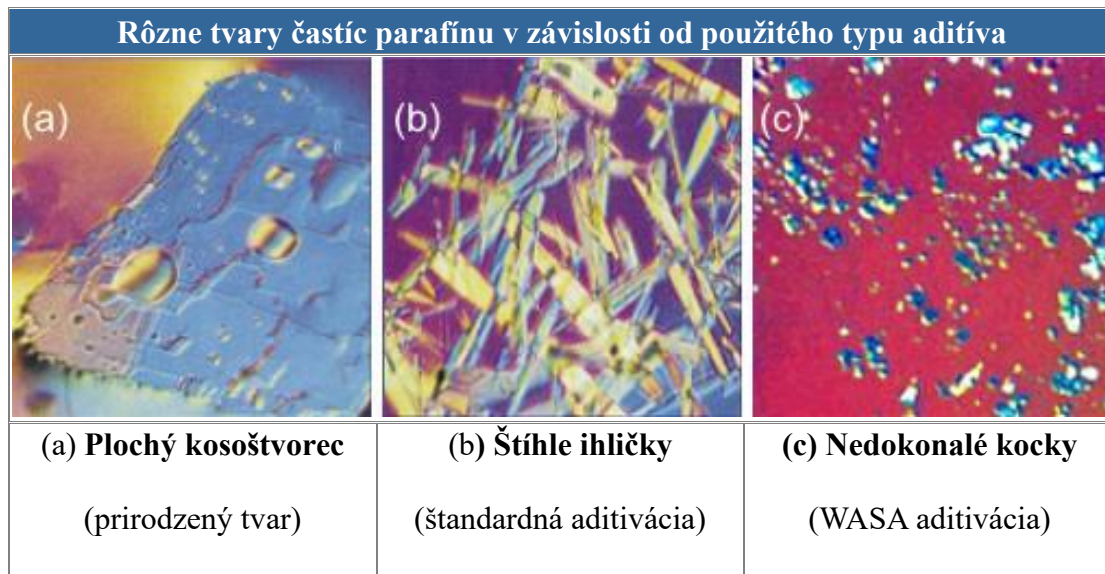
Problém podchladeného paliva spočíva v chemickom zložení nafty a jej vzťahu k nízkym teplotám. Nafta je zmesou uhl'ovodíkov s rôznym bodom varu na jednej strane a rôznou teplotou tuhnutia na strane druhej. K uhl'ovodíkom s najvyšším bodom tuhnutia prítomných v palive, patria tzv. n-alkány zo skupiny parafinických uhl'ovodíkov. Teplota, pri ktorej sa vylučujú prvé častice parafínu sa nazýva **teplota zákalu** alebo **teplota vylučovania parafínu**. Často sa označuje začiatočnými písmenami anglických slov Cloud Point - CP. O zákale nafty hovoríme v súvislosti s optickou zmenou jej vzhľadu, kedy palivo v dôsledku prítomných postupne sa vylučujúcich častíc parafínu stmavne. S ďalším poklesom teploty sa k vylúčeným časticiam n-alkánov postupne pridávajú aj ostatné uhl'ovodíky ako cyklány, aromáty a izoalkány. Napriek tomu, že množstvo n-alkánov v zimnej motorovej nafte sa pohybuje len na úrovni niekoľkých percent, ich vykryštalizované častice v podobe veľkých plochých lístkov v tvare kosoštvorca (pozri obrázok), dokážu veľmi rýchlo upchať palivový filter. Na povrchu filtra vytvoria nepriepustnú vrstvu a úplne tak prerušia dodávku paliva do motora. Hraničná teplota, pri ktorej už nafta nie je schopná preniknúť testovacím sitkom s otvormi 45 mikrometrov (0,045 mm) pričom dôjde k úplnému prerušeniu dodávky paliva v dôsledku vylúčených častíc parafínu, sa nazýva **teplota filtrovateľnosti**. Označuje sa symbolom CFPP ( z angl. Cold Filter Plugging Point).



*Poznámka: dnešným štandardom v oblasti filtrácie paliva, a to nielen pre stavebné a poľnohospodárske stroje JCB, je používanie hrubých palivových filtrov s veľkosťou pórov 30 – 15 µm a u jemných naftových filtrov len 5 – 2 µm. V uvedenom kontexte je metodika merania priepustnosti na sitku s otvormi 45 µm už zastaralá a to bohužiaľ, vedie k zvyšovaniu rozdielu medzi deklarovanou teplotou filtrovateľnosti výrobcom*

paliva a reálnou teplotou CFPP v prevádzkovej praxi.

Na úpravu nízkoteplotných vlastností nafty slúžia najčastejšie kopolyméry etylénu a vinylacetátu (EVA, FVA), ktoré modifikujú kryštalovú mriežku vylučujúcich častíc uhl'ovodíkov na prijateľnejšie tvary menších rozmerov. Menšie vylúčené častice sa potom voľne vznášajú v palive a nevytvárajú súvislú vrstvu na dne nádrže, kde by boli inak dopravným palivovým čerpadlom vo veľkej koncentrácii nasaté do palivovej sústavy.



V súčasnosti platná norma (STN) EN 590 rozlišuje niekoľko tried nafty podľa nízkoteplotných parametrov a sezónneho určenia, prípadne podľa klimatického pásma.

| Ročná sezóna      | Obdobie distribúcie          | Trieda nafty | Filtrovateľnosť CFPP | Bod zákalu CP |
|-------------------|------------------------------|--------------|----------------------|---------------|
| Leto              | 15.4 – 30.9.                 | B            | 0 °C                 | - °C          |
| Zima              | 16.11 – 28./ 29.2.           | D            | -20 °C               | -8 °C         |
| Jar / Jeseň       | 1.3. – 14.4./ 1.10. – 15.11. | F            | -10 °C               | - °C          |
| Arktické podnebie | 16.11 – 28./ 29.2.           | 2            | -32 °C               | -22 °C        |

Pre podhorské a horské regióny s drsnejšími zimnými podmienkami norma doporučuje (no nenariaďuje!) distribúciu nafty arktického typu triedu 0 až 4. Je len na serióznosti spoločnosti, ktorej čerpacie stanice sa nachádzajú v takýchto oblastiach, aby svojim zákazníkom ponúkla aj naftu arktického typu s nadštandardnými zimnými vlastnosťami. V našom miernom klimatickom podnebí sa stretávame maximálne s arktickou naftou 2. triedy s parametrami uvedenými v tabuľke.

V praxi je však dobre vedieť, že skutočná teplota, pri ktorej nafta už neprejde filtrom bude často o 3 - 5 °C vyššia (rozumej bližšie k 0 °C). Znamená to, že pri výrobcovi deklarovanej teplote filtrovateľnosti nafty CPFF -20 °C, bude jej reálna teplota na úrovni -17 °C alebo -15 °C. Je to spôsobené odlišnosťou laboratórnych podmienok skúšky CFPP a reálnych pomerov v každom spaľovacom motore, presnejšie v jeho palivovej sústave. Laboratórne podmienky testu filtrovateľnosti, ktorého metodika vznikla ešte v 60-tych rokoch minulého storočia, sú zjednodušením inak veľmi rôznorodých reálnych podmienok množstva prevedení palivových systémov vznetrových motorov. Preto výsledok testu bude len zriedkavo korešpondovať s reálnou filtrovateľnosťou nafty v skutočnom motore. Inými slovami povedané, **rôzne prevedenia palivových sústav jednotlivých výrobcov automobilov majú odlišnú citlivosť na nízkoteplotné vlastnosti nafty**. Ak teda natankujú rôzne stroje či vozidlá s inak dobrým technickým stavom rovnakú zimnú naftu bude

schopnosť jednotlivých motorov naštartovať v mrazivom počasí, napriek tomu, často odlišná. Pochopiteľne, v prípade strojov a vozidiel s rozdielnou úrovňou opotrebenia motora a celkového technického stavu palivovej sústavy, bude schopnosť zimného štartu ešte diferencovanejšia.

**Významnou skutočnosťou, ktorá dokáže reálnu teplotu filtrovateľnosti paliva CFPP výrazne zvýšiť (rozumej smerom k 0 °C) je znečistený palivový filter a voda v palive.** V extrémnom prípade dokonca až o 10 a viac stupňov! Môže za to fakt, že na úplné upchatie už viac či menej znečistenej vložky palivového filtra zachytenými nečistotami stačí len minimálne množstvo vylúčených častíc parafínu prípadne kryštálikov zmrznutej vody. Jednoducho kumulačná schopnosť palivového filtra je z veľkej časti už vyčerpaná a priechodnosť filtra je výrazne obmedzená. A tak sa stáva, že strojník má problém naštartovať už pri teplotách okolo -10 °C, a to i napriek tomu, že v nádrži stroja je nafta s CFPP -20 °C! Aby sa tak nestalo je veľmi dôležité správne načasovať výmenu palivových filtrov, a to najlepšie ešte pred začiatok zimného obdobia. Zároveň je dôležité dbať, aby s príchodom chladnejších dní neskorej jesene už v nádrži strojov nebola prítomná letná nafta. V ideálnom prípade by mala byť vyčistená aj palivová nádrž aspoň raz za 3 až 5 rokov v závislosti od intenzity využívania stroja a jeho prevažujúcich pracovných podmienok. Vyčistenie palivovej nádrže by nemali podceňovať majitelia stavebných a poľnohospodárskych strojov, ktorých stroje pracujú často a prevažne vo veľmi nepriaznivých podmienkach.

Veľmi účinným doplnkovým spôsobom udržania motora v prevádzkyschopnom stave (a to nielen v zime, ale po celý rok) je popri správne načasovanej výmene palivových filtrov a pravidelnej údržbe nádrže stroja, používanie kvalitných filtrov, ale aj moderných multifunkčných palivových aditív niektorého z renomovaných výrobcov STANADYNE, PRO-TEC, RACOR, VIF a iné.

Venujte zvýšenú pozornosť správnej aplikácii depresantov! Všetky aditíva na úpravu zimných vlastností paliva je potrebné aplikovať ešte PRED začiatkom vylučovania častíc parafínu v naftě!

Depresanty NIE sú rozpúšťadlá, a preto nedokážu už vylúčené častice paliva rozspustiť. Zimné palivové prísady menia morfológiu (tvar) a veľkosť rastúcich častíc uhl'ovodíkov počas ich vzniku, ale to dokážu len vtedy, ak sú do nafty pridané v predstihu - teda ešte pred vytvorením podmienok pre vznik a rast samotných kryštálov.

Pridávanie zimnej prísady do nafty s už vylúčeným parafínom je teda zbytočné a bez očakávaného účinku !

### Informačné zdroje a pôvod obrázkov:

1) František Vlk: Paliva a maziva motorových vozidiel, vydavateľstvo fvfk 1.vydanie, Brno 2006

2) Vladimír Matějovský: Automobilová paliva, vydavateľstvo Grada Publishing, a. s., 2005

3) Ing. L. Lahučký, PhD. - Doc.RNDr. T. Tóth, PhD.: Aplikovaná chémia, 4. upravené vydanie, Vydavateľstvo SPU Nitra, 2011

4) Robert Bosch GmbH: Přehled systému řízení vznětového motoru, vydanie 2009

5) Informačný dokument spoločnosti CFR Engines Inc: The CFR® F5 Cetane Rating Unit,

URL<<http://cfrengines.com/wp-content/uploads/2019/08/FORM-C635-CFR-F5-brochure-7-29-19.pdf>, 05/2022>

6) Fuel contamination,

URL<<https://www.bellperformance.com/fuel-and-tank-services/diesel-fuel-contamination,05/2022>>

7) Fuel diesel additives,

URL <[https://dieselnet.com/tech/fuel\\_diesel\\_additives.php](https://dieselnet.com/tech/fuel_diesel_additives.php), 04/2020>

8) Basoflux® – Parafín Control for the Oil Industry – BASF,

URL<<https://www.basf.com/global/documents/en/energy-resources/BASF%20Basoflux-Paraffin-Control-for-the-Oil-Industry.pdf>>

9) <https://echamicrobiology.com>

10) <https://www.bellperformance.com/fuel-and-tank-services/diesel-fuel-contamination>