

Pístové spalovací motory

V současné době je nejvýznamnějším zdrojem mechanické energie pro pohon automobilů pístový spalovací motor (PSM), který se postupně ale stal i významným zdrojem znečišťování ovzduší. Nejpoužívanějšími palivy v PSM jsou kapalná uhlovodíková paliva (benzín, nafta), která se získávají frakční destilací ropy. Složení motorových paliv a jejich kvalita významně ovlivňují provozní parametry (výkonové, energetické i emisní) motorů a je proto logické, že s technickou inovací motorových vozidel přichází i požadavky na novou kvalitu motorových paliv.

Hlavní změny ve složení hlavních motorových paliv (tj. benzínu a nafty)

Benziny:

- snižování podílů aromatických HC (zejména benzenu, toluenu a xylenu, tzv. skupiny BTX), olefinů-alkenů C_nH_{2n} , síry,
- zvyšování obsahu látek s obsahem kyslíku.
- V bezolovnatých benzinech se nahradilo antidetonační působení olovnatých sloučenin (tetraetyl olova) kvalitními uhlovodíky (z hlediska jejich antidetonační odolnosti), zejména aromaty a isoparafiny (isoalkany).
- Aromaty se však dnes ukazují jako hygienicky nevhodné (karcinogenní účinky) složky benzinů a dále po zkušenostech se zavedenou „technikou dodatečného čištění spalin“ PSM pomocí katalyzátorů se ukázalo, že ani technicky moderně řešené katalyzátory neredukují koncentraci CO na přísně nízké koncentrace.

Zpřísnění zákonů na čistotu ovzduší v USA si vynutilo následující změny v předpisech na složení benzínu:

- pro redukci NO_x (kyselá dešť a tvorba ozónu) se snižují frakce olefinů
- Snižování emisí karcinogenních nespálených HC ve složce polycyklických aromatů (PAH, resp. PAU) se dosahuje omezováním přítomnosti karcinogenních aromatů v benzinech (pomocí technologie tzv. reformulace autobenzinů): benzen max. 1%, aromaty celkem 25%.
- Snižování emisí CO se řeší cestou tzv. oxibenzinů, obsahujících snadno technicky i ekonomicky dostupné étery jako hlavní oxisloučeniny (při 10% objemovém obsahu těchto sloučenin v benzínu se zajišťuje cca 2% hmotnosti O₂ v benzínu); z těchto sloučenin (s obchodním označením MTBE, ETBE, TAME, DIPE, THME), které rovněž přispívají ke zvyšování antidetonační odolnosti benzinů, se nejvíce používá metylterciér-butyléter (MTBE).
- Ve všech českých benzinech je MTBE obsažen v dávkách do 10%. CARB a EPA ale prosadily postupné snižování MTBE do benzinů (MTBE se začal zjišťovat ve spodních vodách), výrobci MTBE proto připravili konverzi MTBE na etylterciér-butyléter (ETBE).
- V USA se požaduje, aby 30% obsahu O₂ v benzinech bylo zajišťováno cestou obnovitelných zdrojů, např. etanolem ze zemědělské produkce.
- Požadavek na extrémně nízký obsah síry až do 30 ppm

V Evropě byla iniciativou sdružení AUTO-OIL (sdružení nejvýznamnějších výrobců automobilů a palivářských rafinerií) vydána norma EN 228 (1997) pro autobenziny, určující přípustné obsahy rizikových složek v benzinech po r. 2000:

benzen	2,3%	→	0,7%
aromaty	40%	→	25%
olefiny	11%	→	8%
kyslík	0,6%	→	2%
síra	300ppm	→	30 ppm

Technologie výroby benzinů zůstává založena na reformingu (katalyzátory – platforming), hydrolaminaci a hydrokrakování.

Nafty:

- Snížení síry (z 300 ppm až na 50 ppm v r. 2005 a od r. 2008 na 10 ppm), polyaromatů (z 9% na 1%),
- zvýšení cetanového čísla (z 51 na 58)-významné pro studené starty motorů,
- snižování T95 (teplota 95% destilace) z dřívějších 360⁰C o 20⁰ – vliv na emise při nízkých teplotách (motoru i okolí).
- Perspektivním palivem pro vznětové motory je syntetická nafta, vyrobená ze zemního plynu Fischer-Tropschovou syntézou (postup je známý z 20. let 20. století). Základem F-T syntézy jsou plynné uhlovodíky (tzv. syntézní plyn), které reagují v přítomnosti katalyzátoru na parafinické uhlovodíky, které pak prochází hydrokrakováním a destilačně se separují. Motorová nafta, vyrobená ze zemního plynu F-T syntézou a následným hydrokrakováním má vynikající kvalitu: neobsahuje síru ani aromáty a její cetanové číslo je vysoké (až k 70). Výfukové škodliviny (vč. tuhých částic) jsou v porovnání s klasickou motorovou naftou ropného původu výrazně nižší. Příznivá by mohla být i cena této nafty – závisí to ovšem na ceně zemního plynu: údaje z r. 2000 ukazují kalkulaci ceny 1 barelu syntetické nafty na úrovni cca 32 USD (při vstupní ceně 2 USD za 1 GJ energie zemního plynu).

Vývoj emisních předpisů podle kalifornské legislativy CARB (California Air Resources Board) a legislativy USA (EPA - Environmental Protection Agency).

Emisní kategorie vozidel TLEV, LEV, ULEV, SULEV, ZEV, hygienicky rizikové organické látky ve výfukových plynech NMHC, NMOG.

- **TLEV**-Transitional Low Emission Vehicles (od r. 1995): HC-0,125 g/míli, CO-3,4 g/míli, NOx-0,40 g/míli (Pozn.: HC jako MMOG);
- **LEV**-Low Emission Vehicles (od r. 1999): HC-0,075 g/míli, CO-3,4 g/míli, NOx-0,20 g/míli;
- **ULEV**-Ultra Low Emission Vehicles (od r.2000): HC-0,040 g/míli, CO-1,7 g/míli, NOx 0,20 g/míli;
- **SULEV**-Super Ultra Low Emission Vehicles: HC-0,001 g/míli, CO-1,0 g/míli, NOx-0,02 g/míli;
- **ZEV**-Zero Emission Vehicles (elektromobily, vodíkový pohon): ve všech složkách nulové emise;

Podrobněji o vývoji emisních předpisů, metodikách měření a vyhodnocování měření a o emisních limitech v [1] a [2].

Pístové spalovací motory mají za sebou více jak 140-letou historii technického vývoje a výroby a nepochybně ještě několik desetiletí bude jejich vývoj a zdokonalování pokračovat.

Prostředky řešení:

1. Účinnější zvládnutí procesů
 - a). hoření směsi ve válci
 - b). přestupu tepla
 - c). výměny obsahu válců
2. Konstrukční
 - a. Přímý vstřík
 - b. Proměnlivé časování a zdvih ventilů
 - c. Proměnlivý kompresní poměr
 - d. Vysoce účinné plnicí zařízení (plnicí zařízení s nízkou energetickou náročností)
 - e. Minimalizace třecích ztrát (kvalita povrchu a povlakování třecích ploch, mazací oleje, ...)

Technická opatření v konstrukci zážehových a vznětových motorů a jejich příslušenství (tvoření směsi, regulace motorů, řízené spalování, přeplňování, ...).

Technika dodatečného „čištění“ výfukových plynů: 3w katalyzátor, oxidační katalyzátor, selektivní katalyzátor, zachycovače částic.

[1] BEROUN, S.: Výfukové emise pístových spalovacích motorů. Studijní pomůcka KSD, FS TU v Liberci, 2005.

[2] BEROUN, S.: Výfukové plyny, měření výfukových škodlivin a zpracování výsledků měření. Studijní pomůcka KSD, FS TU v Liberci, 2005.