

Malá encyklopedie

zapalování a žhavení (29. díl)

Podmínky žhavení - druhá část

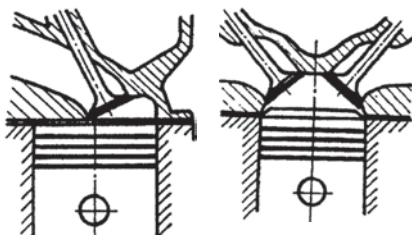
V předcházejících článcích jsme se zmínili o problémech zkrácené životnosti drátové žhavicí svíčky. I když tento typ svíčky byl vyroben na tu dobu z kvalitních teplotně odolných slitin, přesto docházelo k opalu drátové smyčky. Byl tento problém způsoben vysokou teplotou ve spalovacím prostoru, jestliže bod tání použitých materiálů na svíčce se pohyboval kolem 1000 °C nebo dochází k poškození z jiných důvodů?

V tomto směru bylo jasné, že bude nutné realizovat řadu zkoumání systémem - pokus/omyl. Je nutné připomenout že ve 30.–40.tých letech existovala pouze jednoduchá diagnostika a chování materiálů za ztížených podmínek (zvýšeného tlaku a teploty) muselo být ověřeno v rámci jednotlivých fyzikálních pokusů, což bylo časově i ekonomicky náročné. Základní poznatky ze vznětu paliva byly dříve jasné:

- Ke samovznícení nafty je potřebné, aby se vzduch ve spalovacím prostoru zahřál na zápalnou teplotu paliva. Minimálně je tedy nutné, aby se vzduch zahřál stlačením na teplotu kolem 350 °C.
- Pokud je motor již zahřátý na provozní teplotu, dosahuje teplota na konci stlačení hodnot v rozmezí 550–800 °C. Tato teplota je sama o sobě dostatečná k tomu, aby zajistila vznícení paliva, které je vstříkováno do takto zahřátého vzduchu.
- Pro studený start, kdy okolní teploty vzduchu se pohybují pod 10 °C, či dále okolo bodu mrazu nebo pod bodem mrazu, je však i zde nutné, aby byl motor před studeným startem doplněn dodatečným zdrojem tepelné energie.

Z tohoto pohledu bylo jasné, že souvisí buď s kvalitou vznětu připraveného paliva nebo s tlakovým vstříkem paliva do spalovacího prostoru. Z našeho dnešního pohledu za použití vyspělé diagnostiky byla obojí pravda. Z hlediska poznatků o použití tvaru pístů

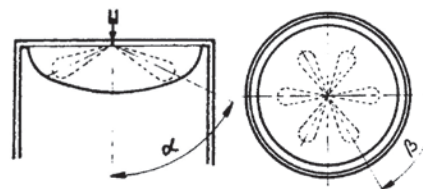
u zážehových motorů (ploché či lehce vypouklé dno pístu) bez použití vstříků bylo víření zplynovaného paliva před zápalem vcelku jednoduché. Pro názornost uvádíme níže obrázek nejjednodušší konstrukce pístní skupiny včetně ventilů u zážehového motoru. (Vlevo – Klínový spalovací prostor s plochým dnem pístu, vpravo-Polokulový spalovací prostor s vypouklým dnem pístu)



U vznětového motoru však bylo nutné nejprve zajistit vstřík paliva se vzduchem do kompresního prostoru a dále zajistit jeho kvalitní promíchání před vrcholem komprese při dosažení maximální vznětové teploty.

A právě zde nastával zásadní problém u vznětových motorů. První konstrukce pístní skupiny vycházely z poznatků činnosti petrolejových motorů. Protože však byl zásadní rozdíl ve viskozitě paliva (petrolej/nafta) docházelo k nekontrolovanému víření paliva, přestože tvar pístní skupiny byl již upraven a byl vytvořen i prostor pro žhavicí svíčku. První vznětové motory většinou využívaly miskovitý tvar dna pístu (viz následující obrázek)

I když v hlavě motoru byl vytvořen prostor pro žhavicí svíčku a vstříkovací trysku mohlo



dojít k nekontrolovanému vstříku paliva na žhavicí svíčku, kde následně docházelo k opalu drátové elektrody.

Na základě těchto empirických poznání se prohlubuje opět dělba práce v oblasti vývoje motorů. Dochází k výměně informací a kooperaci mezi výrobcem žhavicí techniky a výrobcem pístních skupin. Po odhalení příčin těchto základních fyzikálních souvislostí dochází následně k relativně rychlému vývoji v konstrukci vstříku a kontrolovanému víření paliva před jeho vznětem.

Uvedené pokusy vedly k závěru, že:

- kvalitu spalovacího procesu ovlivňují vlastní **kompresní tlaky ve válci**, ale i současně **kvalita tlaku podávacího čerpadla vstříkovaného paliva a technický stav vstříkovacích trysek**

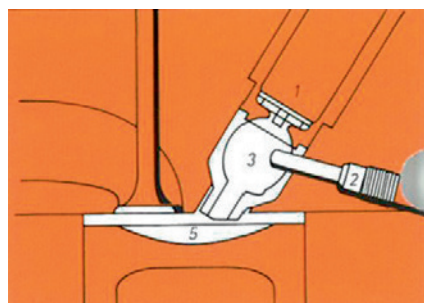
- **kvalitní a směrovaný rozptyl vstříkovací trysky** spoluvytváří dobré víření paliva ve spalovacím prostoru před jeho vlastním vznětem

Z těchto důvodů se další technický vývoj soustředil nejen na nové konstrukce žhavicí svíčky s vyššími technickými parametry, ale i na systém vstříku paliva a jeho lépe kontrolovaného víření (**Poznámka autora – fakticky kontrolované víření a vznět paliva však nastává až kolem roku 2008–9, kdy firma**

BERU přivádí na trh koncept chytré žhavicí svíčky typu PSG).

Následující cca šedesátileté vývojové období v oblasti vstřiku paliva, žhavení a jeho víření přineslo vytvoření několika konstrukčních řešení, které jsou dodnes používány ve vznětových motorech. Dnes můžeme hovořit o 3 základních typech vstřiku paliva (s následným uzpůsobením dna pístu):

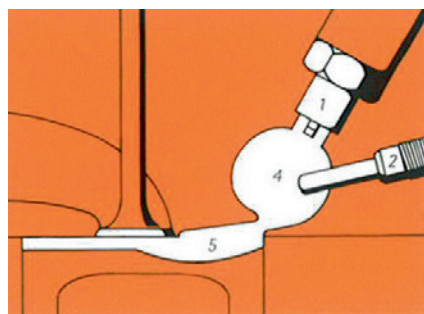
1. Vstřik paliva do předkomůrky



1. vstříkovací tryska
2. žhavicí svíčka
3. předkomůrka
4. ventil
5. dno pístu a tvar spalovacího prostoru

Tento systém využívá víření předpřipravené vznětové směsi v komůrce. Vstříkovací tryska musí být namířena s minimálním rozptylem rozstříku směsi do předkomůrky tak, aby nezasáhla kolík žhavicí svíčky. Vejčitý tvar předkomůrky umožňuje následné promíchání vstříknuté směsi se zbytkovými plyny při kompresi před dosažením vznětu paliva.

2. Konstrukce vstřiku s vířivou komůrkou

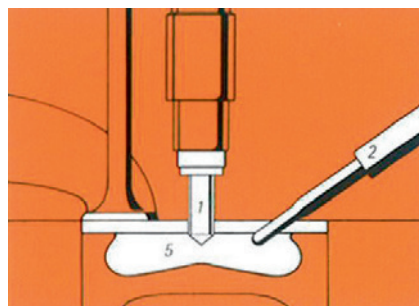


1. vstříkovací tryska
2. žhavicí svíčka
3. ventil

4. vířivá komůrka
5. dno pístu uzpůsobené vířivé komůrce

Zavedení vířivé komůrky znamenalo kvalitnější promíchání vznětového paliva a jeho lepšího prohoření. Kvalitnější prohoření představuje i zvýšení výkonu motoru, ale i snížení emisních zplodin.

3. Konstrukce přímého vstřiku paliva



1. vstříkovací tryska
2. žhavicí svíčka
3. ventil
4. kompresní prsto dna pístu

Tato konstrukce vznětu paliva byla částečně použita z koncepce vstřiku paliva přeplňovaných benzínových motorů (vybavených turbodmychadlem). Tvar dna pístu vytváří podmínky pro vícenásobné víření směsi před jejím vznětem, maximální využití vzniklé energie při vznětu paliva, dokonalejší prohoření a další snížení emisní zplodin. Tvar pístu současně umožňuje i zrychlený a efektivnější výplach plynů na jedné straně, na straně druhé i zrychlení plnění kompresního prostoru vstřikem nového paliva.

V současné době je tento systém využíván u řady konstrukcí přeplňovaných vznětových motorů. Připomeňme si alespoň základní systémy přeplňování.

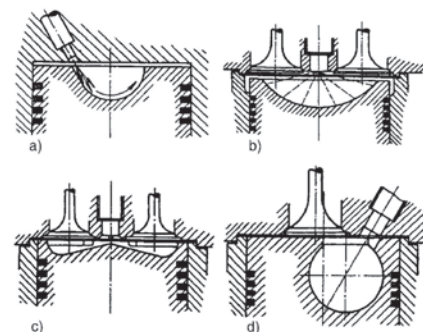
- **systém VEP (Verteilerspritzpumpe)** - jedná se o mechanicky poháněnou vstříkovací pumpu, která centrálně vytváří potřebný tlak dosahující cca 1.000 bar a zásobuje jednotlivé válce palivem dle pořadí vznětu
- **systém Common-Rail** s elektronickou kontrolou vstřiku paliva pro jednotlivé válce. Jedná se o centrální vysokotlakou pumpu

pracující s tlakem cca 1.600 bar. Elektronický řídicí systém podávání paliva dává palivo na konkrétní válce prostřednictvím vstříkovačích ventilů, přičemž kontroluje dávkování směsi dle konkrétního výkonu motoru

- **systém PD (Pumpe-Düse)** jedná se o specialitu koncernu VW. V hlavě válce motoru je zabudován speciální systém, spojující funkci trysky a pumpy. Velmi silná a výkonná vačková hřídel uvádí do pohybu toto tlakové zařízení, které dokáže vyvinout tlak až kolem 2.000 barů. Elektronicky řízené ventily pak přesně dávku potřebnou směs pro daný válec.

Problém opalu a nestability žhavicí svíčky tak otevřel v prvním kroku zkoumání řady technických souvislostí v oblasti komprese a vstřiku paliva, které byly následně technicky dořešeny.

V této souvislosti je vhodné se ještě zmínit o konstrukci dna pístů, které mají přímý vliv na víření připravené směsi paliva před jejím vznětem a ovlivňují nejen životnost žhavicích svíček, ale i kvalitu vznětu směsi.



- a) polokruhovitý spalovací prostor
- b) miskovitý spalovací prostor
- c) prstencový spalovací prostor
- d) kulovitý spalovací prostor

Další díl seriálu budeme ve třetí části věnovat opět dalším podmínkám žhavení.

Zpracoval: Ing. Karel Horejš

Podklady: technická knihovna IHR Autodíly

technická knihovna Beru/BorgWarner

technická knihovna NE NPR Europe

Příručka pro řidiče a opraváře automobilů

4. vydání, 2. a 3. díl