

Malá encyklopedie zapalování a žhavení (33. díl)

Žhavicí svíčky typu GE

Ačkoliv svíčky typu GN s funkcemi předžhavení, žhavení a dožhavování představovaly velký technický skok vpřed, protože zkrátily dobu žhavení na polovinu, zlepšily proces průběhu spalování, čímž došlo i k zásadnímu snížení emisních zplodin, přesto zůstávaly rozdíly mezi vznětovými a zážehovými motory. U vznětových motorů nebyl možný okamžitý start, protože bylo nutné nejprve svíčky předžhavit. Kromě toho vznětové motory nebyly tak pružné a v některých fázích jízdního režimu nereagovaly ihned na přidání plynu.

Mimo jiné se i změnila požadavky na zástavbu motorů a jejich výkonové parametry. Obdobně jako u karosérií a ostatních částí vozu byl dán jednoznačný požadavek na snížení hmotnosti motoru při zachování, či zvýšení jeho výkonu. Na počátku tohoto století se současně rýsuje i trend zaoblených karosérií s nízkou přední kapotou, která však zmenšovala vlastní motorový prostor. Tyto požadavky na úpravu tvaru karosérie byly opodstatněné, protože jednak zlepšovaly aerodynamiku obtoku vzduchu (odpor karosérie) s následným snížením měrné spotřeby paliva, a na straně druhé, se postupně uplatňovaly požadavky zaoblené části karosérií, které by snižovaly vznik závažných poranění při střetu s chodcem. Pro konstrukci motorů to v praxi znamenalo snížení nadváhy až o 25% včetně zmenšení rozměrů motorové jednotky (s tím samozřejmě souvisely i změny v převodovkách, rozvodovkách a spojkovém systému). Spolu s tím dochází k ústupu od motorizace osmi a šestiválcových motorů, které byly nahrazovány čtyřválcí s vyšším točivým momentem. Klasické atmosférické motory však zpočátku nebyly schopné dosáhnout takového výkonu, proto byly velmi rychle doplňovány systémy turbodmychadel. A turbo se taktéž muselo vtěsnat do již tak zmenšeného motorového prostoru.

Konstrukční změny tak přímo zasáhly i žhavicí svíčku včetně systému žhavení. Pro žhavicí svíčky zbývalo málo místa v hlavě válců. Žhavicí svíčka tak musela být podstatně užší včetně matice. Kromě toho se vznětový prostor motoru dostal hluboko pod hlavu válce, takže nový typ žhavicích svíček musel být podstatně delší. Tato skutečnost současně přinášela i zásadní změnu technologie výroby svíčky. Dlouhý kolík svíčky musel být přesně vycentrován do patice žhavicí svíčky, jinak by se dotýkal bočně v hlubokém kanálu a došlo by k propálení obalu svíčky.

Dalším krokem ve vývoji nového typu svíčky bylo hledání nových kvalitních materiálů, které by zaručovaly dlouhodobou životnost žhavicích svíček. Jednalo se především o speciální slitiny oceli, odolné vůči korozi, tažné v úzkém profilu s možností přesné kalibrace.

Na následující obrázku můžete na první pohled porovnat, jaký existuje vizuální rozdíl mezi novým typem GE vlevo a klasickou svíčkou GN (viz obr. ve vedlejším sloupci).

Patice svíček GE jsou abnormálně dlouhé s různým umístěním závitu. Délka závitu a jeho umístění je závislé na konstrukci hlavy válce. Zde jsou např. zřetelné rozdíly konstrukce motoru mezi VW a Opel. Dlouhá



štíhlá patice současně slouží jako tepelně izolační vrstva v kanálu. Patice tak směřuje veškeré teplo ze svíčky do koncovky kolíku. Další zásadní změnou v konstrukci je

profilované a kalibrované zeštíhlení koncovky žhavicího kolíku se svárem spirály (vysvětlení technické významu dále).

Další zásadní změnou je velikost matic žhavicích svíček. Nedostatek místa v hlavě válců vynutil u konstruktérů zásadní přepracování horní části žhavicích svíček tak, aby bylo možné jednak tyto svíčky zapustit hluboko do prostoru hlavy válce, ale současně i je utáhnout momentovým klí-

čem. Přesné momentové utažení žhavicí svíčky je velmi důležité jednak pro její dokonalou funkci, stejně tak pro prodloužení její životnosti.

Novým prvkem v konstrukci moderních žhavicích svíček bylo bajonetové připojení žhavicí svíčky do okruhu žhavení. Toto byl další velký pokrok pro servisování vozidel. Původní šroubové připojení přes matku a očko přívodního kabelu podléhalo často destrukci především z toho důvodu, že při pravidelných prohlídkách motoru nebyl spoj ošetřen speciální vazelinou. Při kontrole žhavicích svíček pak často docházelo ke ztržení závitu na žhavicí svíčce a roztržení konektoru (očka) přívodního kabelu. Z triviální operace kontroly stavu žhavicích svíček se tak stával horor s velkými časovými ztrátami. Nové bajonetové koncovky kabelů jsou zcela bezpečné včetně ochrany vůči vnější korozi. Nicméně po minulých zkušenostech automobilky ve svých servisních příručkách uvádějí nyní nový krok – při kontrole žhavení promazat bajonetové propojení žhavicích svíček.

Nová konstrukce žhavicí svíčky typu GE umožnila svými technickými parametry vzniku nového systému žhavení ISS – Instant Start System.

Co to v praxi znamená pro servisování motoru a pro řidiče automobilu se vznětovým motorem vybaveným tímto systémem? **Především závratnou změnu, protože vznětový motor startuje okamžitě po otočením klíčku zapalování, tedy neexistuje tak rozdíl mezi zážehovým a vznětovým motorem a to i pro oblast tzv. „studeného startu“.**



Výše uvedený obrázek znázorňuje rozdíl ve žhavení mezi klasickou žhavicí svíčkou typu GN a novou GE. Zatímco klasická žhavicí svíčka potřebuje ve fázi předžhavení a žhavení dosáhnout plné teploty po celé ploše kolíku (obrázek vlevo), nová žhavicí svíčka koncentruje veškeré teplo do pouze malého prostoru v koncovce kolíku žhavicí svíčky (obrázek vpravo). Z hlediska fyzikálně technického jsme tak schopni přeměnit elektrickou energii v koncovce žhavicí spirály svíčky GE do maximálního teplotního výkonu a to v období cca 2 sekund. **A to je ta technická bomba, kdy při otočení klíčkem startu dojde k okamžitému předžhavení a žhavení do 2 sekund, takže řidič nepozná, zdali sedí v automobilu vybaveném zážehovým či vznětovým motorem.**

Aby k tomuto efektu došlo, musí být koncová část kolíku žhavicí svíčky přesně kalibrována a musí dojít k pevnému spojení žhavicí spirály s koncovkou kolíku. Jedině tak můžeme docílit toho, že veškerou elektrickou energii můžeme koncentrovat do malého bodu, kde dojde k okamžitému rozžhavení kovu a odpovídající teplotu, která zajistí následný vznět paliva. **Takto popsáno a vysvětleno, je to jednoduché, ale z hlediska výroby a Know How patentově chráněno firmou BERU od roku 2002.** Při vývoji nové žhavicí svíčky se však nejednalo pouze o řešení okamžitého startu vznětového motoru, ale i o další závažné řešení problému vyrovnání kulatosti chodu vznětového motoru při různých jízdních režimech. Na tuto otázku jsem již narazil při vysvětlování problémů žhavicích svíček a vznětu paliva. **V tomto momentu je to**

však jedna z klíčových otázek, jak udržet vznětový motor ve stabilním výkonu v různých jízdních režimech s podmínkou snížení emisí!!!

Doposud jsme u žhavicích svíček znali funkce předžhavení, žhavení a dožhávání. **Co však nastane s motorem a systémem žhavení, pokud na motoru je zachována potřebná teplota, systém dožhávání sepne přes řídicí jednotku až při vyšším poklesu teploty a my potřebujeme okamžitě akcelarovat (přidat plyn a rychle se rozjet)???**

Z hlediska funkce motoru a teplotních čidel je fyzikálně jasné, že při výplachu motoru (výfuku spálených plynů) a následného vstříku nového paliva dochází k ochlazení spalovacího prostoru o jednotky °C, na která však jednotlivá základní teplotní čidla nemohou ihned reagovat. Proto šla cesta vývoje přes nový systém ISS, který nejen zrychlil start vznětového motoru, ale je schopen reagovat na teplotní výkyvy při výplachu a vstříku. **Vznikla tak zcela nová kategorie v oblasti žhavení vznětových motorů, kdy žhavicí svíčka vykonává funkci „předžhavení“, „žhavení“, „dožhávání“ a nově „mezižhavení“.**

V tomto článku by bylo dosti složité objasňovat jednotlivé okruhy řídicí jednotky ISS, protože je to dosti složitý a sofistikovaný systém cíleného řízení vznětu paliva. Pro normální smrtelníky, nezasažené různými počítačovými systémy však lze zjednodušeně vysvětlit funkční systém.

Data uložená v řídicí jednotce vždy reagují na signály získané z potřebných čidel. Řídicí jednotka ISS s řídicí jednotkou motoru udržuje součinně motor v požadované teplotní hladině (včetně teplotních čidel chlazení motoru). Z hlediska funkčnosti je však schopná reagovat okamžitě na přidání plynu, **tedy okamžitě během milisekund sepnout funkci „mezižhavení“, kdy žhavicí svíčka se rozžhává na krátkou dobu akcelerace do maximální teploty, která zajistí rychlý a kvalitní vznět paliva bez vniku**

dalších emisních zplodin. Proto bylo nutné zajistit novou konstrukci žhavicí svíčky, která je schopná dostat se během velmi krátkého časového úseku (mili-sekund) na úroveň plnohodnotného žhavení v oblasti koncovky žhavicího kolíku.

Zavedení systému ISS od roku 2002 znamenalo zlomové rozšíření nasazení vznětových motorů, které vykazovaly sníženou spotřebu paliva, snížení emisí a zvýšený jízdní komfort pro řidiče. Po 12 letech od uvedení do sériové výroby si ani nevědomujeme význam tohoto technického řešení.

Abych ale doplnil všechna potřebná data, v následujícím obrázku uvádím schéma jednotlivých součástí systému ISS.

vení jsou jednotlivé žhavicí svíčky propojeny sériovým zapojením, systém ISS využívá paralelního zapojení, které umožňuje přímé řízení funkcí žhavicí svíčky.

Uvedený exponát vystavila firma IHR Autodíly na výstavě Autotec 2002 jak novinku pro Východní trhy, která byla současně přihlášena na cenu Autotec Prix 2002.

Tento systém ovládl výrobu vznětových motorů všech světových automobilek po roce 2002 a těžko bychom si mohli představit plnění emisních norem EURO IV, V a VI. bez tohoto systému.

Náklady na vývoj tohoto systému stál firmu BERU nemalé prostředky, které zahrnovaly náklady na provozní zkoušky v teplotních režimech od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, tedy v režimech, kdy jsme schopni ještě předeřhřívát

poznatky a vyhodnocení z teplotních komor a jízdních zkoušek však vedly v budoucnu k dalšímu vývoji žhavicích svíček zcela nové a ojedinělé konstrukce. Stejně tak jako u systému ISS, kde jsme se dostali k bližšímu poznání zásad kontrolovaného vznětu a prohoření paliva včetně řízeného systému emisních hodnot, které jsou dnes v plně šíři aplikovány, studijní závěry vedly k možnosti použití různých dalších nových materiálů, o kterých jsme vůbec v minulosti neuvažovali.

Závěrem však zůstává otázka nad kvalitou hodnotitelské komise Autotecu 2002, která měla tuto horkou novinku k dispozici přímo na veletrhu a nedokázala posoudit význam této novinky pro motorizaci v oblasti vznětových motorů.

Nicméně závěrem určitá černá tečka. Pokud organizátor veletrhu nedokáže rozlišit předem zrna od plev, tak asi dříve nebo později skončí. Takže není divu, že éra výstav Autotec v ČR skončila.

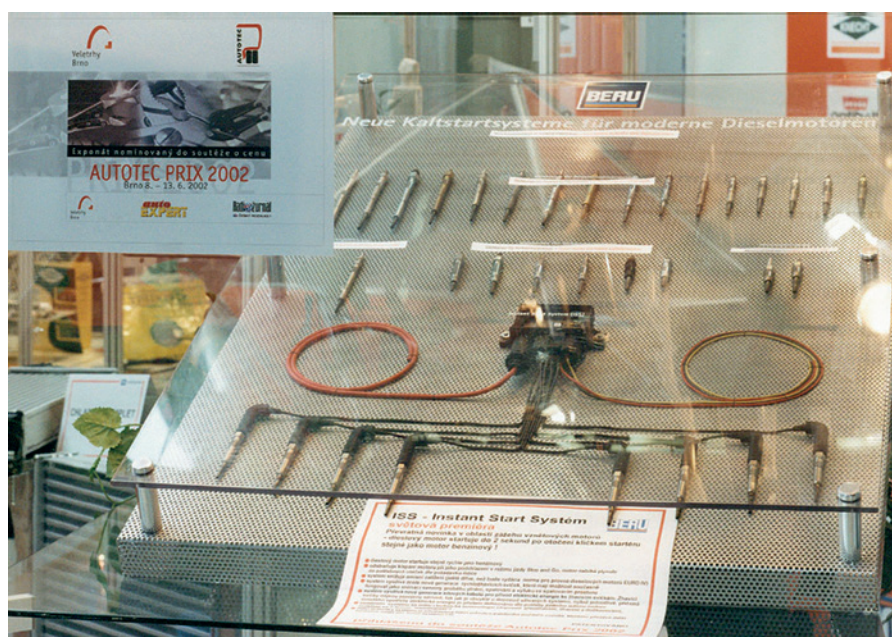
V dalším díle seriálu se zaměříme na oblast řízení kontroly vznětu paliva pomocí nejmodernějších žhavicích svíček PSG BERU a možná, že zbude i místo na nově se vyvíjející kategorii keramických žhavicích svíček.

Zpracoval: Ing. Karel Horejš

Foto: technická knihovna IHR Autodíly

Technické podklady: IHR Autodíly

a BERU GmbH.



V horní části obrázku jsou uvedeny různé staré typy žhavicích svíček. Dolní část znázorňuje vlastní řídicí jednotku ISS, která přímo komunikuje s centrální řídicí jednotkou vozidla. Zatímco u starých typů žhavicích svíček je řízení provedeno pomocí elektrického vedení, systém ISS umožňuje řízení přímo přes palivovou linku.

speciální naftu proti zamrznutí parafínu v minusových teplotách tak, aby nezamrzala, až po ty plusové, kdy naopak vysoká teplota může způsobit opět vyšší viskozitu paliva včetně jeho odpařování. Získané