

Malá encyklopedie

zapalování a žhavení (13. díl)

Kvalitní kabely zapalování se správným připojením konektorů a koncovek zapalovacích kabelů by měly zajistit dokonalý přenos silové elektrické energie na zapalovací svíčku.

Mechanicky porušená nebo zpuchřelá kabeláž zapalování způsobuje ztráty elektrické energie a vedlejší výboje elektrického proudu do motorového prostoru. Zapalovací svíčka tak není schopna zajistit pravidelný a přesný zápal připravené směsi paliva a zajistit si svoji samočistící schopnost, což se následně negativně projeví například při studených startech motoru. Kromě toho dochází ke zvýšení spotřeby pohonných hmot a vzhledem k nedokonalému procesu spalování i ke zvýšení hladiny emisních zplodin.

Proto v průběhu více jak stoleté historie automobilu prošla konstrukce zapalovacích kabelů řadou technických změn, které měly nejen souvislost s vývojem motorů a jejich zapalování, ale i technickými možnostmi a technologiemi výroby vlastních kabelů a jejich izolací.

Konstrukce silového zapalovacího kabelu se odlišovala především velikostí průměru elektrického vodiče a vnější izolací. S ohledem na požadavek zajištění jeho pružnosti a ohebnosti je tělo vodiče tvořeno několika prameny splétaných tenkých kabelů, které nejsou od sebe izolovány. Protože spletenec pramenů je velmi pružný, nedojde tak k nalomení, či zlomení s následným přerušením vodiče.

Jako základní materiál byla v prvopočátku použita měď, která odpovídala požadavkům na stabilní přenos proudu, stabilní teplotní i elektrický odpor. S vývojem techniky zapalování a žhavení a zejména ve snaze uspořit náklady na drahou měď byly tendence nahradit měď hliníkem nebo slitinami z měkké oceli. Oba vari-

antní materiály však nemohly nahradit původní kvalitu mědi.. Hliník po určité době oxidoval, ztrácel svoji pružnost a lámal se. Kromě toho průřez vodiče musel být větší v porovnání s mědí vzhledem k elektrovedivým vlastnostem hliníku. Obdobná situace byla i se slitinami z měkké oceli a zinku, tedy opět díky vzdušné korozi a magnetickým vlastnostem materiálu, který vyžadoval větší izolační ochranu.

V 60. letech minulého století v souvislosti s rozvojem automobilového závodního sportu a zkouškami nových technologií a materiálů se objevují první uhlíkové kabely. Uhlík jako vodič se jevil jako ideální surovina zejména pro výrobu zapalovacích kabelů. Kabely byly mnohem tenčí a váhově odlehčené. V závodních automobilech té doby a později při sériovém využití stavby některých typů zážehových motorů se staly určitým pokrokem v zajištění přesného přenosu elektrické energie a zvýšení stability zapalovacích a zážehových systémů. Po určité době se však projevila řada závad ve funkčnosti kabelů, způsobená popraskáním uhlíkového vodiče. Toto popraskání bylo způsobeno tepelnými výkyvy v teplotách pod bodem mrazu a naopak vysokými teplotami během provozování motoru. Často však i docházelo k mechanickému poškození zapalovacích kabelů při výměně svíček. Uhlík byl vynikajícím vodičem, avšak velmi křehkým proti zlomu, aby bez dalších úprav mohl odolávat náročným podmínkám nasazení zapalovacích kabelů. Koncem 80. a počátkem 90-tých let jsou do technologie zpracování uhlíku zave-

deny nové progresivní technologie. Díky použití vodivých polymerů bylo možné použít čistého uhlíku, který tak vytvořil pružná vlákna. Později se tato vlákna stala i součástí vodivých kabelů s optalmo-vláknem.

I přes uvedené technologické přednosti uhlíkových kabelů nadále zůstává převaha klasických zapalovacích kabelů s delší životností a garantovaným přenosem energie. Uhlíkové kabely jsou využívány především v závodním sportu, dále u některých výrobců automobilů jako např. Ford a dále v oblasti aftermarketu.

Také vnější izolant zaznamenal velký technický vývoj. Zatímco na počátku byl elektrický vodič obalen několika vrstvami hedvábného papíru napuštěného ve vosku (později drcené slídy s voskem), dále bavlněným obalem s překrytím lněného vlákna a šelaku, v dalším období převládá jako hlavní izolant technická pryž. Speciálně upravený přírodní kaučuk vyhovoval požadavkům elektrické izolace, byl více pružný a tepelně odolný. I zde se však po určité době projevilo postupné stárnutí izolační vrstvy (puchření), které snižovalo výkonnost kabeláže. Další nevýhodou byla vyšší měrná hmotnost takto izolovaných kabelů.

Proto se v polovině 60. a 70. tých let minulého století začínají objevovat pokusy s prvními termoplasty (polyetylén, polyvinylchlorid /PVC/, polypropylen, později silikon). Vlastnosti těchto uměle vyrobených materiálů předčily základní izolační charakteristiky doposud používaných organických izolantů, a proto zcela nahradily využívání voskových papírů, šelaků, hed-

vábí a lnu, stejně tak i přírodního kaučuku.

Moderní konstrukce zapalovacích kabelů je tak založena na kombinaci několika vrstev anorganických polymerů a skelného hedvábí.

Zapalovací kabely se tak stávají jedním z důležitých stavebních elementů vysokonapěťového systému vozidla. Z tohoto důvodu jsou na ně kladeny vysoké požadavky:

- pro zajištění bezztrátového přenosu elektrické energie ze zapalovací cívky až na zapalovací svíčku
- musí být vysoce odolné proti průboji elektrické proudy
- musí být spolehlivě odrušeny
- musí být vysoce odolné proti teplotě
- musí být vysoce odolné mechanickému poškození

■ musí být vysoce odolné proti slané vodě, olejům, benzínům a kyselinám
Proto mezinárodní normy DIN - ISO 3808 stanovují přesná pravidla pro kvalitu kabelů zapalování. Níže uvedený přehled jasně definuje pravidla pro použití jednotlivých izolačních materiálů.

Rozhodující pro klasifikaci izolace je ochrana proti probití při určité teplotě, stejně tak i s ohledem na bod vzplanutí při dané teplotě a dále odolnost proti olejům a pohonným látkám.

S vývojem stále výkonnějších motorů a stále se zvyšujícím teplotám v motorovém prostoru, které dosahují kolem 200°C, musí kabely bezpečně pracovat až do napětí kolem 40.000 V. Při daných stávajících nárocích na výkon motoru a kabeláže jsou dnes již klasifikační třídy kvality



Současná konstrukce kabelu zapalování s měděným jádrem



Současná konstrukce reaktčního zapalovacího kabelu



Současná konstrukce uhlíkových zapalovacích kabelů

C nebo D nedostatečné. Proto přední výrobci motorové techniky upřednostňují použití kabeláže ve třídě F, tedy s teplotní odolností 220°C a ochranou proti probití do 40.000 V. Současně s tímto kladou i důraz na minimální ztráty přenosu elektrické energie, nově zavádějí i požadavek odol-

nosti proti vibracím, optimální ochranu proti vodě, solným roztokům, oleji, palivům s požadavkem na prodlouženou trvanlivost zapalovacích kabelů. Z tohoto důvodu se již dnes většina výroby kabelů např. u firmy BERU soustřeďuje do klasifikace ISO-DIN třídy F.

V dalších dílech se budeme věnovat závadám na kabelech, koncovkám kabelů, krimpování koncovek, nářadím a další tematikou související se zapalovacími kabely.

Zpracoval: Ing. Karel Horejš, foto technická knihovna IHR Autodíly s. r. o., BERU, Příručka pro řidiče a opraváře automobilů, III. díl Elekrika a elektronika motorových vozidel 2011

Pravidla pro použití jednotlivých izolačních materiálů

Třída	Stárnutí kabelů vlivem teploty	Termické přetížení	Izolace
B	105°C	120°C	PVC
C	120°C	155°C	ETP, Hypalon
D	155°C	180°C	EVA
E	180°C	220°C	Silikon
F	220°C	250°C	Silikon