

Petr Stejskal,
Modelklub Lipence

(Pokračování z RC revue 1/2003)

Mazání

Ložiska jsou velmi namáhána vysokými otáčkami a teplotou, proto jsou chlazena a mazána vzduchem s rozptýlenými kapičkami oleje, které následně shoří na turbíně. Uzavřený olejový okruh s čerpadlem a chladičem se u modelářských turbín zatím nepoužívá.

Olej může být ve zvláštní nádrži o objemu asi 100 cm³ a dopravuje se do motoru buď samostatným čerpadlem, nebo obvykleji přetlakem vzduchu odebíraným za kompresorem. Druhý, jednodušší a v současné době více používaný způsob je přímíchání 5% oleje do paliva. Před motorem se tok paliva dělí, většina jde do spalovací komory, malá část se přivádí k ložiskům. Tento způsob je vhodný pouze pro keramická ložiska (ocelová ložiska při pokusu s mazáním ke-

Olejová „kapačka“ s regulační jehlou a filtrem slouží k nastavení a kontrole dodávky oleje. Je vidět průtok oleje, při volnoběhu má pravidelně kapat, při plném chodu teče souvisle.



Jednoduchá ochrana před nasátím větších nečistot, sítko na čaj před turbínou Jet Cat



rosinem dokonce s 10% oleje brzy zmodrala).

Oleje se doporučují používat speciální syntetické pro letecké turbíny, které snášejí vysoké teploty a po spálení nezanechávají popel, například Exxon 2380 nebo Turbo Schell 500. Je však třeba počítat s jejich dosti vysokou cenou.

Slyšel jsem o použití syntetického oleje pro vzduchem chlazené dvoudobé motory, který je levnější, ale zatím to nemám vyzkoušené. Oleje pro turbobvrtulové a vrtulníkové motory nejsou údajně vhodné. Pro zkušební provoz mám vyzkoušené mazání směsí běžného minerálního ložiskového oleje a nafty v poměru 1:1.

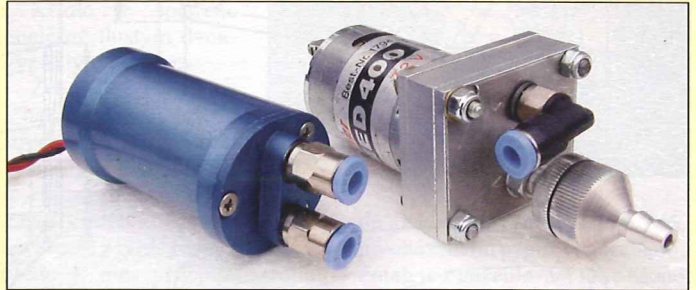
Čerpadla

K dopravě paliva do motoru se používají převážně zubová čerpadla poháněná modelářskými elektromotory řady 300 nebo 400 na napětí 6 až 7,2 V. Ozubená kola bývají mosazná, bloky duralové, těsnění musí být odolné proti dlouhodobému působení kerosinu. Jako těsnění musí být použita olejivzdorná guma, v žádném případě nevyhoví silikon, který nabobtnává.

Na první pokusy lze použít ostříkovací čerpadlo pro vozy Škoda 120 a Favorit napájené napětím 10 až 12 V. Až se uvnitř použité těsnění rozpadne, dají se z něj použít ozubená kola pro konstrukci vlastního čerpadla s motorem řady 400 na 7,2 V.

Za palivové čerpadlo se zapojují elektromagnetický ventil řízený regulátorem turbíny nebo nezávislým

kanálem a RC spínačem. Ten zajistí, aby v klidovém stavu neprotékalo palivo samospádem přes čerpadlo (které není dokonale těsné) do motoru a také umožní nouzové vypnutí chodu při poruše řídicí elektroniky.



Zubová palivová čerpadla: profesionálně vyrobené a amatérské

kanálem a RC spínačem. Ten zajistí, aby v klidovém stavu neprotékalo palivo samospádem přes čerpadlo (které není dokonale těsné) do motoru a také umožní nouzové vypnutí chodu při poruše řídicí elektroniky.



Otevřené čerpadlo

Regulace

Výkon se ovládá výhradně změnou dodávky paliva, průřez přístupu vzduchu zůstává nezměněn. Přísun paliva lze měnit přímo regulací otáček palivového čerpadla například běžným elektroleteckým regulátorem, ale k tomu je potřeba značná zkušenost a tento způsob je prakticky použitelný jen při pozemním testování.

Když se u pístového motoru zvětšuje množství dodávaného paliva, jeho otáčky stoupají jen do určité hranice, nad ní naopak klesají a motor se zastaví. U turbíny při zvyšující se dodávce paliva nad povolenou mez stoupají dále otáčky a současně i teplota. To může skončit roztržením turbínového kola, což je velmi nebezpečné pro vše v okolí.

Snížíme-li naopak dodávku paliva pod určitou mez, pístový motor se zastaví. U turbíny klesnou otáčky a palivo začne hořet za motorem – hrozí požár modelu. Měnit dodávku paliva při akceleraci i deceleraci je nutné pozvolně se zpožděním náběhu 3 až 6 s, jinak se motor přehřeje nebo zastaví. To vše jsou úkoly pro regulátor, jenž na základě povelů z vysílače a vyhodnocení veličin naměřených na motoru řídí palivové čerpadlo.

Na turbíně je ve výfukovém potrubí namontován termočlánek (obvykle se používá plášťový typu K o průměru 1,2 mm) pro měření teploty výstupních plynů. Pro měření rychlosti otáčení je nejjednodušší snímání přerušovaného infračerveného

průřezu procházejícího otvorem v přední matici na hřídeli. Jinou možností je umístění prstencového magnetu v duralové matici, jehož otáčení snímá Hallova sonda. Některé regulátory měří ještě tlak vzduchu za kompresorem.

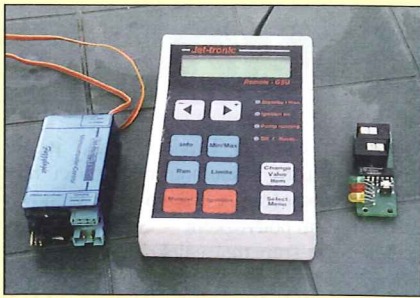
Na výstup regulátoru se připojuje elektromotor palivového čerpadla, který je řízen stejně jako u elektroletu šířkovou modulací. Moderní regulátory mají výstupy k připojení elektrického spouštěče, ovládní ventilů paliva a spouštěcího plynu a výstup pro žhavicí svíčku. Vše je napájeno ze zvláštní šesti až osmičládkové baterie o kapacitě 600 až 1700 mAh. Vstupní signály z přijímače jsou odděleny optočleny kvůli zvýšení odolnosti vůči rušení.

Práci jednoduchého regulátoru turbíny s měřením teploty a otáček lze rozdělit na několik úkolů:

- pozvolný náběh čerpadla při startování;

Dříve používaný membránový tlakový ventil pro kontrolu otáček turbíny – částečně nahrazoval elektronickou regulaci





Vlevo letová procesorová řídicí jednotka, uprostřed vnější jednotka s displejem a tlačítky, vpravo propojovací modul, jehož LED signalizují provozní stav turbíny

- řízení otáček v povoleném rozsahu podle pohybu řídicí páky;
- udržení volnoběžných otáček bez ohledu na napětí akumulátoru a hladinu paliva v nádrži;
- hlídání a případně omezení maximálních otáček a teploty;
- zajištění minimální doby přechodů otáček při akceleraci a deceleraci podle teploty a vnějších podmínek;
- ukončení dodávky paliva, pokud otáčky poklesnou pod nastavenou mez.

Dokonalejší regulátory mají ještě další funkce:

- autostart: samočinné řízení elektrického spouštěče, ovládání ventilu plynu, zapálení plynu (žhavení) a regulace průběhu spouštění po povelu ke startu;
- dochlazení motoru na určenou teplotu po vypnutí turbíny (protáčením spouštěčem bez přívodu paliva);
- regulaci rychlosti letu podle polohy plynové páky na vysílači – k tomu je třeba na model nainstalovat Pitotovu trubici se snímačem dynamického tlaku;
- sběr statistických dat o době chodu a času doběhu rotoru pro kontrolu opotřebení ložisek.

Regulátory mají obvykle vnější odpojitelnou jednotku s displejem a tlačítky, kterou se zadávají provozní parametry a při startování lze na ní sledovat teplotu, otáčky motoru a napětí palubní baterie.

Výše popsaný regulátor je samozřejmě cenově nákladný (8000 Kč a více), ale s cvičným modelem s motorem na hřebetě se při dobrých znalostech o provozu turbíny dá létat s českým regulátorem Setronic za 830 Kč, jenž zajistí plynulé přechody s pevnou dobou a minimální a maximální napětí do čerpadla, což po nastavení určuje pracovní meze turbíny. Tento regulátor nepotřebuje a nemá žádná měřicí čidla na turbíně, dovoluje ale dvěma logickými vstupy připojit jednoduché kontrolní obvody a omezit výkon na polovinu nebo okamžitě zastavit dodávku paliva.

Omezení maximálních otáček se dá zajistit vhodnou volbou počtu na-

pájecích článků a napětí motoru čerpadla s případným doplněním sériové omezovací diody mezi regulátorem a čerpadlem. K zamezení dodávky paliva – pokud nejsou dosaženy určité otáčky – se dá použít tlakový membránový spínač zapojený do obvodu čerpadla, tlak vzduchu se odebírá za kompresorem.

Vyrábí se i vícecestný membránový ventil, který zajišťuje nepřekročení

to se musí pečlivě kontrolovat dávkou paliva;

- po dosažení volnoběžných otáček (asi 30 000/min) uzavření přívodu plynu, odpojení spouštěče;
- kalibrace volnoběžných otáček a kontrola teploty;
- pokud je vše v pořádku, start letounu.

Startování se liší použitou technikou roztáčení rotoru. U profesionálně vyráběných turbín se používalo startování tlakovým vzduchem (5–8 bar) z potápěčské láhve, směřovaným na rotor kompresoru speciální tryskou namontovanou na mo-



Pokud se při ručním řízení startu neopatrně zachází s plynovou pákou, dochází k takovýmto ohnivým efektům. Zášleh je ale krátký, ani na dřevěné podlaze pod modelem nezůstaly stopy po ohni.



Startovací dmychadlo vložené v modelu

otáček přepouštěním paliva bypassem zpět do nádrže při dosažení určitého tlaku vzduchu v motoru (tlak je přímo úměrný otáčkám).

Startování

Ať už proces startu řídí chytrý regulátor na povel z vysílače, nebo vše řídíme sami ručně, je postup vždy stejný:

- roztáčení rotoru na 2 až 5 tisíc otáček za minutu;
- nažhavení svíčky a puštění PB plynu;
- po zažehu čekání na ohřátí na přibližně 150 °C, vypnutí žhavení;
- postupné rozbíhání palivového čerpadla a náběh otáček rotoru spouštěčem;
- kontrola teploty, neboť turbína se rozbíhá a v této fázi dosahují výstupní plyny nejvyšší teploty, a pro-

Upevnění elektrického spouštěče před turbínou



toru. Dosahovalo se velmi rychle dostatečných otáček pro snadné spuštění, láhve jsou ale těžké, objemné a často se musejí nechávat plnit.

Při domácích pokusech s turbínou se osvědčil podobný způsob, při němž se vzduchovou pistolí připojenou k elektric-



Výfuková roura musí zajistit ochranu konstrukce trupu před vysokou teplotou spalin, v tomto případě asi 900 °C při startování

kému kompresoru fouká přímo do sacího otvoru turbíny.

Nynější turbíny s autostartem jsou obvykle vybaveny elektrickým spouštěčem, jenž přes volnoběžku roztáčí rotor; napájení obstarává letový akumulátor. Ke startování také stačí elektromotor řady 400/6 V napájený přes regulátor dvanácti volty, přes gumovou spojku natlačený na přední matici kompresoru (je vyzkoušen rozběh přes žárovku z auto-reflektoru s následným připojením plného napětí).

Mezi amatéry je dost rozšířené použití větráku (stačí opět na čtyřstovku), jímž se fouká do vstupního otvoru turbíny. Osvědčilo se mi české elektrodmýchadlo Jach se zmenšeným průměrem, zabudované do novodurové trubky o světlosti 58 mm, z zadu s nástavcem z průhledné PET láhve pro kontrolu otáček kompresoru. Otáčky spouštěče nebo větráku je třeba regulovat, používám speciálně zhotovený regulátor s plynulým náběhem, šířkovou modulací, ovládaný tlačítky na startboxu.

K zapalování plynu je ideální žhavicí svíčka s mírně povytaženým vláknem, zašroubovaná do spalovací komory. Při prvních pokusech, nebo když je motor upevněn na hřebetě trupu letounu a je přístupná výstupní tryska, stačí obyčejným kuchyňským piezozapalovačem zapálit plyn těsně za tryskou a po krátkodobém snížení otáček rotoru počkat, až plamen prošlehne dovnitř.

(Pokračování)

Laminátový držák elektrického spouštěče



Elektromotor spouštěče řady 400 s volnoběžnou spojkou

