

Volba pohonné jednotky pomocí počítačového programu

Jedním z nejčastějších problémů při řešení nového modelu s elektropohonem je správná volba pohonné jednotky: je třeba určit vhodný typ motoru, vrtuli, napětí a kapacitu baterie, regulátor.

Nejjednodušším způsobem je "klonování" nějaké jednotky, která se již v praxi osvědčila. Když ale tato možnost nepřichází z různých důvodů v úvahu, je třeba pracovat samostatně.

Správná volba součástí pohonu není jednoduchá a nedá se dělat bez patřičných znalostí. Rozdíl mezi spalovacím motorem a elektromotorem je v tomto smyslu zásadní: nesprávně použitý spalovací motor zkrátka nebude fungovat. Nesprávně navržený elektropohon snese hodně ale opravdu jen zdánlivě. Buď totiž není využit optimálním způsobem anebo - v horším případě - dojde ke zničení jeho některé součásti.

Hodnoty, které udávají výrobci ve specifikacích motorů, jsou jen velmi orientační a je potřebné s nimi zacházet velmi opatrně. To se týká zejména doporučených vrtulí. Alespoň částečná znalost věci namísto pouhého převzetí dat z tabulek je tedy ku prospěchu a vyplatí se - a často i finančně.

Volba výkonu motoru

Při návrhu je v první řadě potřebné stanovit přesné zadání toho, co se od pohonné jednotky očekává. Základ návrhu vhodného pohonu závisí v základě pouze na dvou "veličinách":

1. hmotnost modelu
2. požadovaný způsob letu

Kromě toho je ovšem často vhodné nebo nutné vzít v potaz i další fakta, která se často nedají zcela přesně popsat:

- požadujeme menší nebo větší výkonovou rezervu?
- chceme model co nejvýkonnější a co nejlehčí?
- naopak, chceme létat na jedno nabití co nejdéle a model může být trochu těžší?
- jaká baterie se vlastně do modelu vejde rozměrově?
- jak velkou vrtuli je možno použít aby "neškobrtla" o zem?
- jaké součásti už máme doma můžeme je tedy použít?
- atd.

Solidní výrobci udávají maximální výkon motoru. To je hodnota, se kterou se dá dobře pracovat.

Na základě hmotnosti motoru a požadovaného způsobu letu pak můžeme velmi snadno spočítat potřebný výkon z následujícího přehledu:

<p>100-140 W na kg ... minimální výkon vhodný pro modely typu slow a park flyer</p> <p>140-180 W na kg ... modely s malým přebytkem výkonu: trenéry, pomalé makety</p> <p>180-220 W na kg ... modely pro základní akrobacii, rychlé makety</p> <p>220-260 W na kg ... modely pro akrobacii, rychlé modely</p> <p>260-300 W na kg ... modely pro 3D akrobacii, dmychadla</p> <p>300-400 a více W na kg ... modely pro neomezenou akrobacii</p>

Jak je vidět, jedná se dost hrubé odhady (zdroj: www.modelflight.com.au)

Příklad: Model ZOOM 4D, hmotnost cca 500 gramů. Zvolíme výkon 260W/kg, takže budeme potřebovat $260 \times 0,5 = 130W$.

V tomto okamžiku již můžeme zvolit některý motor z těch, které požadovaný výkon mohou podat a tím v podstatě výpočty skončit. Ale nemusíme.

Pro upřesnění zbytku pohonné jednotky je vhodné použít některý počítačový program typu "motocalc".

Řešení pohonné jednotky pomocí programu.

Dělá se „nepřímým“ způsobem, který je v technické praxi ale naprosto běžný: zvolíme některé základní rozměry (data) a dalším výpočtem správnost volby kontrolujeme. Když výsledky nevycházejí, volíme znovu ale už víme, co je potřebné upravit a v jakém smyslu.

V našem případě to vypadá tak, že zvolíme napětí pohonné baterie, typ motoru, vrtuli. Pomocí programu pak vypočteme potřebný proud, který musí baterie dodávat a zjistíme zhruba rychlost modelu. Podle proudu snadno určíme potřebnou kapacitu baterie, velikost regulátoru. Ověříme zda vypočtená rychlost odpovídá zhruba předpokládané.

Když to nevyházejí, vrátíme se zpátky a všechno opakujeme.

Vlastní výpočet se dělá automaticky: motory, vrtule, akumulátory a jejich vlastnosti najdeme v databázi, která je součástí programu a pro zvolení jejich typu stačí jen kliknout.

Poznámka: programy běžně obsahují v databázi vrtulí i jejich koeficienty. Na jejich základě je možno zjistit statický tah. Stačí zadat do okénka otáčky vrtule a tah se okamžitě spočte. Jakékoliv "tahoměry", které jsme stavěli, jsou sice hezké ale zcela nepotřebné.

Programů pro výpočet pohonné jednotky je celá řada. Všechny pracují i vypadají velmi podobně. Všechny jsou totiž založeny na pracovním diagramu motoru. Program, ve kterém jsou zpracovány motory Dualsky Xmotor, napsal pan Louis Fourdan z Francie. Současná verze má označení 3.05.

- program stáhneme

- **program nainstalujeme** (je v souboru ZIP, stačí "rozzipovat" do předem připraveného adresáře).

- **program spustíme** kliknutím, na soubor s koncovkou EXE. Pro zjednodušení obsluhy je také možno vytvořit zástupce na ploše.

Postup výpočtu

Zkusmo zvolíme následující údaje (viz červené popisky v obrázku)

1. pohonnou baterii (její napětí)

2. regulátor (údaje nejsou kritické, obvykle stačí ponechat to, co je již v programu vloženo)

3. typ motoru

Jednotlivé typy baterií, regulátorů a motorů stačí vybrat z nabídky programu.

Příklad: Podle tabulky motorů zvolíme motor XM2830CA-12 a baterii LiPol 3S.

V tomto okamžiku se již na obrazovce objeví výkonové křivky motoru. Již v tomto okamžiku z diagramu vyčteme, že

- Nejvyšší účinnost může být cca 75% při proudu cca 7,5A.

- Nejvyšší výkon může být cca 115W při proudu cca 20A.

4. Pokud použijeme převodovku, zadáme převodový poměr a účinnost.

5. Zkusmo zvolíme vrtuli (vybereme z knihovny vrtulí). V našem příkladu jsme zvolili vrtuli GWS EP9050-DD (tj. GWS 9x5). **Pracovní body se zvolenou vrtulí se pohybují po křivkách charakteristik motoru. Je možno odečíst příslušný proud, výkon, účinnost. Změnou vrtule se změní poloha pracovního bodu na křivce.**

Červená křivka v horním obrázku udává účinnost, červená křivka v dolním obrázku výkon. Kroužky na červených křivkách nyní zobrazují pracovní body motoru se zvolenou vrtulí. Okamžitě vidíme, že motorem protéká proud cca 10,5A (vodorovná osa grafů). Motor pracuje s účinností, která se blíží maximu. Příkon motoru je cca 110W a výkon cca 85W. Motor má ještě velkou výkonovou rezervu. Podle max. proudu je možno zvolit i velikost baterie. Aby nebyla příliš zatěžovaná, stačila by baterie o kapacitě cca 1000 mAh - zatížení bude cca 1C. S ohledem na zvýšení doby letu, snížení namáhání baterie, možnost použití větší vrtule atd. budeme asi volit baterii větší kapacity.

Poznámka: Z diagramů je jasně vidět, že při zvyšování proudu (zvětšováním průměru vrtule) v oblasti kolem 20A se již výkon prakticky nezvyšuje, zato prudce klesá účinnost: z motoru tímto způsobem větší výkon nedostaneme, zato se výrazně hřeje.

S výsledkem asi spokojeni nebudeme, výkon je menší než 130 W. Rychlost odvozená pouze z geometrie vrtule (stoupání) je 63,5 km/hod. Rychlost modelu bude menší, dá se očekávat v rozumné velikosti. Podle našeho měření letí uvažovaný model v horizontálním letu na plný plyn rychlostí cca 50 km/hod.

V první řadě je možno zvětšit průměr vrtule, použijeme např. GWS 10x6 (**vrátíme se v postupu výpočtu na bod 5**). Výkon se zvýší na cca 100 W za cenu zvýšení proudu a mírného snížení účinnosti. Rychlost se mírně zvýší.

Výkon sice ještě nedosahuje požadované velikosti ale už moc nechybí a pokud třeba takový motor doma máme, stojí za vyzkoušení.

Podle zjištěné velikosti proudu je nyní možno korigovat i volbu regulátoru a baterie.

Celý postup můžeme ovšem libovolně opakovat, můžeme měnit jednotlivé díly pohonu a to tak dlouho, až dosáhneme požadované parametry. Postup je velmi jednoduchý, rychlý, nemusí se nic opakovaně zapojovat, měřit, odhadovat atd.

Pro náš příklad můžeme pro dosažení vyššího výkonu použít např. "rychlejší" motor XM-2830CA-10 nebo některý z motorů XM-2834CA a celý postup opakovat.

Na obrazovce jsou vyčíslena i další výsledná data. Některá z nich pouze opakují to, co jsme vyčetli v diagramech, jiná data poskytují dodatečné informace. Pro základní návrh nemají zásadní význam a pro stručnost se jimi nebudeme zde zabývat.

9. Navrženou pohonnou jednotku vyzkoušíme v letu.

Můžeme se pokusit měnit průměr vrtule, ale jen opatrně a v malém rozsahu.

Stoupání vrtule je možno měnit a zkoušet ve větším rozmezí. Optimální velikost stoupání vrtule závisí na rychlosti modelu. Dále je stoupání také částečně věcí požadovaného způsobu letu a je proto vhodné ověřit jeho velikost zkusmo.

Dualsky_Calc v3.05

Files Preferences Propellers Languages Help ?

Air temperature 20. C
 Altitude (m) 0 m
 Air density 1.2341 kg/m3

Source
 Voltage 11.1 V
 Resistance 0.01 ohm
 3 S LiPo 3.7 V

ESC
 Imax 18 A
 Resistance 0.0298 ohm
 Own current 20 mA

Motor #15 2212 RC 12-12-14
 XM2830CA-12
 Rm @ 20°C 0.132 ohm
 Io (no load) 0.855 A
 @ 11.100 V
 Kv 980 rpm/V
 Peakeff 78.9% theory, no ESC
 Motor index 13.08
 Imax 17. A / 0.25 minute
 weight 55 g

Gear box (external)
 Ratio 1 : 1.
 Efficiency 100. %

5. Zvolte vrtul
 Propeller
 no load generic library
 Prop # (library) To keep #
 GWS 001>075<183
 EP9050-DD
 97.1 % / etamax peak eff.
 Diameter 9. inch
 Pitch 5. inch
 # Blades 2
 Kp (power) 0.85
 K2 (thrust) 1.04
 n100W 8876 rpm

Performances (static point o)
 Motor speed 8335 rpm
 Prop. speed 8335 rpm
 Pitch speed 17.6 m/s
 Thrust 694 gf
 Torque (prop.) 94.8 mN.m
 ESC voltage 10.994 V
 Motor ON time 3.0 minute
 Temp. (estim.) 38. °C
 Efficiency 74. %
 Current 10.581 A
 In power 117.5 W
 Out power 82.7 W

1. Zvolte baterii (počet článků, napětí)

2. Zvolte regulátor (není nutné, obvykle má malý vliv)

3. Zvolte motor

4. Zvolte případný převod. poměr

ETA % XM2830CA-12
 rpm / rpm (%)

W (out power) XM2830CA-12
 current (A)

Short-time-ON Peakeff @ 20.°C
 Peak efficiency 76.5 %
 Current 7.294 A
 In power 81. W
 Out power 62. W

Lower curve
 Power In, Power Out
 Motor speed
 Temperature (estimated)