



Električni pogon

Izbira pogona (1. del)

BOŠTJAN PERDAN

Uspešen električno gnani model je rezultat skrbne izbire motorja, baterije in preostalih komponent pogona, od katerih je odvisna razpoložljiva moč, ki ima pomemben vpliv na zmogljivosti modela. V primerjavi z motorji z notranjim zgorevanjem, kjer moramo le izbrati ustrezen motor, priporočen propeler in dovolj velik rezervoar za gorivo, je izbira električnega pogona nekoliko bolj zapletena, a ne nujno! Kadar gradimo model, namenjen električnemu pogonu, iz kompleta ali po načrtu, pri izbiri pogona običajno upoštevamo navodila proizvajalca oziroma konstruktorja. Problem pa nastopi, ko želimo z električnim pogonom opremiti model, ki je bil sicer konstruiran za motor z notranjim zgorevanjem oziroma smo ga izdelali v samogradnji. Če nam ni do računanja, v modelarski literaturi ali pa na internetu poiščemo model enakega tipa in velikosti, kakršnega imamo sami oziroma bi ga radi naredili, in že dobimo osnovne smernice za izbiro pogona. Ker imamo običajno na razpolago dokaj omejeno količino energije, želimo to čim bolj izkoristiti, zato je kljub vsemu pametno, da naredimo tudi kakšen izračun in s tem pogon optimiziramo za naš model, sploh če nimamo na voljo podatkov o pogonu primerljivega modela.

Potrebna moč pogona

Pogon modela lahko izberemo, še preden se lotimo gradnje ali pa šele potem, ko je model že narejen. V vsakem primeru najprej izračunamo površino krila in izberemo primerno obremenitev krila, ki naj ustreza tipu modela ter njegovi velikosti. Značilne vrednosti so navedene v tabeli 1. Večja obremenitev krila ima za posledico večjo pristajalno hitrost, zato zahteva pri vodenju modela več izkušenj. Modeli, katerih površina krila je manjša od 25 dm², naj imajo manjšo obremenitev, priporočeno za njihov tip. Obremenitev krila σ (g/dm²) pomnožimo s ploščino krila A (dm²) in dobimo zadano vzletno maso modela m (g).

$$m = \sigma \cdot A \text{ [g]}$$

Značilna obremenitev krila σ	
jadralski modeli	30 do 45 g/dm ²
trenažni modeli	40 do 60 g/dm ²
akrobatski modeli	60 do 80 g/dm ²
makete	do 100 g/dm ²

Moč pogona določimo na osnovi izbrane specifične moči, ki ustreza tipu

modela oziroma sposobnostim, ki naj bi jih model določenega tipa imel. Priporočene vrednosti so navedene v tabeli 2. Model se bo z močnejšim pogonom hitreje vzpenjal, imel pa bo tudi boljše akrobatske zmogljivosti. Pri modelih, ki vzletajo s trave oziroma imajo zaradi velikega prečnega preseka večji zračni upor, izberemo nekoliko večjo moč. Potrebna električna moč je odvisna od izkoristka, ki se med posameznimi vrstami motorjev precej razlikuje. Izkoristek cenjenih motorjev s feritnimi magneti znaša okoli 70 %, izkoristek kakovostnih krtačnih motorjev je boljši in znaša okoli 80 %, najbolj učinkoviti pa so brezkrtačni motorji, katerih izkoristek znaša okoli 90 %. Potrebna mehanska moč na gredi motorja P_M (W) je enaka produktu izbrane specifične moči δ (W/kg) in mase modela m (kg). Odvisna je izključno od želenih sposobnosti modela, ki so določene z izbrano specifično močjo. Mehansko moč delimo z izkoristkom motorja η in dobimo električno moč P_E (W). Glede na to, da še nimamo točnega podatka o izkoristku motorja, uporabimo kar značilno vrednost, ki jo po potrebi nekoliko priredimo, odstopanje znaša do ± 5 %!

$$P_M = \delta \cdot m \text{ [W]}$$

$$P_E = \frac{P_M}{\eta} \text{ [W]}$$

Priporočena specifična moč pogona δ	
jadralski modeli s pomožnim motorjem	50 do 70 W/kg
motorni trenažni modeli	70 do 100 W/kg
akrobatski trenažni modeli	100 do 120 W/kg
zmogljivi akrobatski modeli	120 do 160 W/kg
modeli z električno turbino	do 220 W/kg

Velikost pogonske baterije

Na osnovi potrebne električne moči določimo velikost pogonske baterije ter maksimalno porabo. Najprej izberemo celice ustrezne kapacitete in določimo želeni čas delovanja motorja. Slednji naj pri polnem plinu deluje vsaj 4 minute, krajši časi praviloma niso sprejemljivi. Izjema so predvsem razni tekmovalni modeli ter modeli z električno turbino, kjer potrebujemo večjo moč. Podani čas delovanja motorja je dokaj kratek, vendar bomo polni plin potrebovali le pri vzletanju in zahtevnejših

manevrih, preostali del poleta pa bomo leteli z delnim plinom. Z uporabo ročice za plin lahko dosežemo vsaj še enkrat daljše polet! Maksimalno porabo motorja I (A) dobimo tako, da kapaciteto celic C (Ah) množimo s 60 in dobimo vrednost delimo z zadanim časom delovanja motorja t (min.). Potrebno električno moč P_E (W) delimo z izračunano porabo in dobimo potrebno napetost baterije U (V). Slednjo delimo z napetostjo posamezne celice pod obremenitvijo, da dobimo potrebno število celic n , rezultat pa seveda zaokrožimo. Pri porabi do 25 A vzamemo 1,1 V na celico, pri višji pa 1,0 V na celico. Tako na poenostavljen način upoštevamo upornost celotne vezave vključno z baterijo.

V manjših modelih želimo pogosto uporabiti točno določeno število celic, tedaj postopek obrnemo in najprej izračunamo napetost baterije, ki je enaka produktu števila celic in napetosti posamezne celice pod obremenitvijo. Nato izračunamo maksimalno porabo in na koncu preverimo čas delovanja motorja.

Izbira motorja

Izberemo motor, ki se lahko napaja iz danega števila celic ter ima pri maksimalni porabi dober izkoristek. Ta naj bo nekoliko manjša od maksimalnega dovoljenega toka, saj s tem zagotovimo nekaj rezerve, ki nam utegne priti prav pri preizkušanju različnih propelerjev. Elektromotorju namreč lahko enostavno spreminjamo moč s spreminjanjem velikosti propelerja in števila celic, seveda v okviru dopustnega obratovalnega območja, ki ga določi proizvajalec. Na zmogljivosti motorja vplivata dve omejitvi. Prva je sposobnost ohlajanja, ki je neposredno odvisna od velikosti ohišja. Večji motorji lahko oddajo večjo količino toplote, zato brez nevarnosti pregrevanja prenesejo večje tokove. Druga pomembna omejitev pa je maksimalno število vrtljajev, pri katerih motor lahko še varno deluje. Pri krtačnem motorju začnejo pri previsokih vrtljajih krtačke čezmerno poskakovati, poleg tega obstaja nevarnost poškodbe navitja na rotorju, poškoduje pa se lahko tudi rotor z magneti v brezkrtačnem motorju. Motor naj pri vzletu in zahtevnejših manevrih, ko potrebujemo večjo moč, deluje s slabšim izkoristkom, med križarjenjem pa mu moč zmanjšamo na vrednost najboljšega izkoristka oziroma ekonomičnega letenja. Značilnosti določenega motorja so definirane s hitrostno konstanto K_V (vrt./V), upornostjo navitja R_N (W) in tokom praznega teka I_0 (A). Če poznamo njihove vrednosti, lahko izračunamo izkoristek motorja η in vrtljaje n (min⁻¹) pri polni moči ter maksimalni izkoristek η_{max} in tok I_{nmax} (A), pri katerem nastopi. Več o preračunu motorjev lahko preberete v članku Razumevanje motorjev (Tim, maj-junij 2000).