VÝKONOVÁ ČÁST ELEKTRICKÉHO POHONU

Mezi **základní požadavky** na moderní elektrický pohon lze zařadit:

a) *Energetiku elektrického pohonu* – přeměna by měla probíhat s nejvyšší účinností a bez rušivých vedlejších účinků.

b) *Automatizaci elektrického pohonu* – je požadována snadná, obvykle spojitá řiditelnost parametrů pohonu. Musí být dodržena kompatibilita (slučitelnost) s navazujícími řídícími systémy a odolnost proti rušení.

1. Charakteristiky elektrického pohonu

Pro návrh či vyšetřování (syntézu či analýzu) elektrického pohonu je třeba poznat vlastnosti poháněného pracovního stroje a poháněcího elektromotoru. Tyto vlastnosti vhodně popisuje momentová charakteristika $M = f(\omega)$. Velmi důležitý je též směr toku výkonu. Jak vyplývá z obrázku, rozhodují o tom vzájemné smysly momentu a úhlové rychlosti. Běžně přijatá konvence je taková, že působí-li moment elektrického stroje ve stejném smyslu jako otáčky, je výkon stroje kladný. Znamená to, že směr toku energie od elektrického zdroje k mechanickému spotřebiči je označen jako kladný a naopak. Zátěžný moment pracovního stroje M_p se považuje za kladný, působí-li proti momentu hnacího motoru M. V ustáleném stavu je $M = M_p$.

Momentové charakteristiky lze dle toho, jak klesají otáčky v závislosti od momentu, dělit:

a) Absolutně tvrdá momentová charakteristika – otáčky jsou nezávislé na momentu. Tuto charakteristiku mají pouze synchronní motory.

b) Tvrdá momentová charakteristika – otáčky se vzrůstem momentu klesají nepatrně. Charakteristiku mají stejnosměrné cize buzené motory a asynchronní motory. c) Měkká momentová charakteristika – otáčky se vzrůstem momentu velmi klesají. Tuto charakteristiku mají zejména stejnosměrné sériové motory.

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni, reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239

Za základní charakteristiky je možné označit tzv. **přirozené charakteristiky**. Jsou to charakteristiky motoru při jeho jmenovitých hodnotách (štítkové hodnoty napětí bez předřadných impedancí, při jmenovitém kmitočtu, jmenovitém buzení ap.)
Z pohonářského hlediska je dnes třeba na pohon pohlížet jako na systém, jehož výstupními veličinami jsou mechanické vlastnosti elektrického pohonu (nejčastěji úhlová rychlost ω a točivý moment **M**) a vstupními veličinami jsou dvě hodnoty napájecí soustavy, kterými výstupní parametry můžeme řídit. Modifikace charakteristik se provádí za účelem:

a) změny parametrů mechanického pohybu motoru,

b) uskutečnění rozběhu pohonu,

c) umožnění brzdění do zastavení a případně reverzaci momentu,

d) omezení některých žádaných veličin systému (např. strmost proudu, ztráty, zvýšení účiníku atd.)

2. Mechanika elektrického pohonu

Zabývá se vzájemnou interakcí mezi hnacím elektromotorem a hnaným pracovním mechanizmem.

Kinematika pohonu

Veličiny, charakterizující obecný pohyb bodu nebo tělesa jsou: dráha s [m], rychlost v [m/s] a zrychlení a [m/s^2]. Obdobné veličiny, popisující otáčivý pohyb tuhého tělesa jsou: úhel otočení σ [rad], úhlová rychlost ω [rad/s] a úhlové zrychlení ε [rad/s^2]. Mezi těmito veličinami pak platí vztahy:

$$s(t) = \int_0^t v.dt + s(0) \qquad v(t) = \int_0^t a.dt + v(0)$$

$$v = \frac{ds}{dt} \qquad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2}$$

$$\sigma(t) = \int_0^t \omega.dt + \sigma(0) \qquad \omega(t) = \int_0^t \varepsilon.dt + \omega(0)$$

$$\omega = \frac{d\sigma}{dt} \qquad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\sigma}{dt^2}$$

Z rovnic je patrná analogie mezi parametry obecného a otáčivého pohybu.

Rychlostní diagram je grafické znázornění závislosti v = f(t) nebo ω = f(t). Pohyb může kromě časového znázornění být také interpretován závislostí jedné kinematické veličiny na druhé. Pohybový stav se pak znázorňuje ve fázové rovině. Křivka, znázorňující pohyb soustavy se nazývá **fázová trajektorie**. Ukázky rychlostních diagramů a fázové trajektorie jsou na obrázku.

Pohybová rovnice

Energetická bilance určuje, že energie **W** dodaná motorem musí být rovná přírůstku kinetické energie ΔW_k a energie spotřebované poháněným strojem W_p. Platí:

$$W = \Delta W_k + W_p$$

Z této rovnice pak můžeme dále odvodit **rovnici pohybu**, která popisuje mechanické přechodné jevy. (platí pro dJ/dt = 0):

$$M = M_a + M_z = J\frac{d\omega}{dt} + M_z$$

To znamená, že moment motoru se rovná momentu zátěže plus moment na setrvačné hmoty (rozběh či brzdění)

3. Energetika elektrického pohonu

Energetika elektrického pohonu se zabývá energetickou stránkou elektromechanické přeměny energie, zejména pak ztrátami, ke kterým při této přeměně dochází.

Účinnost je definována jako: $\eta = P/P_1 = P/(P + \Delta P)$

Pro výpočet nebo odhad ztrát v libovolném ustáleném[1] provozním stavu stačí znát velikost jednotlivých druhů ztrát v jednom provozním stavu. Zákonitosti ztrát:

[1] Neplatí pro přechodové jevy, kdy je nutné zohlednit energie setrvačných hmot.

I) ztráty v motorech

II) ztráty v polovodičích

Celkový odhad ztrát se provede podle rychloběžnosti stroje. Je nutno respektovat ještě účinnost ev. převodovky. Budeme-li uvažovat, že ztráty naprázdno ΔP_0 jsou nezávislé na proudu a konstantní, lze odvodit (význam symbolů viz obrázek):

$$\eta = \frac{P}{P_1} \approx \frac{M_A.\omega_0}{M_A.(\omega_0 - \omega_A)} \approx \frac{\omega_A}{\omega_0}$$

Pro jednotlivé motory a pro základní druhy řízení pak můžeme snadno odhadnout účinnost soustavy dle poklesu otáček.