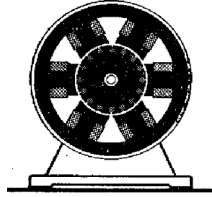


E rövid ismertetőben az egyenáramú villamosmotor legfontosabb tulajdonságait foglaljuk össze. A cikk terjedelme, továbbá a kellő matematikai és fizikai alap hiánya miatt nem mélyedhetünk bele a problémák részletesebb tárgyalásába.

Az alábbi kérdésekre adunk feleletet:

- Hogyan határozható meg az egyenáramú söntmotor üzemi fordulatszáma?
- Adott motor milyen terhelést bír el?
- A terhelés változása milyen kapcsolatban van a fordulatszámmal?
- Milyen adatok határozzák meg a motor hatásfokát?



Az ábrán $2p = 6$ pólusú, dobos tekercselésű egyenáramú motor látható. Az állórész mágnespólusai váltakozva É ill. D polaritásúak. Számuk mindig páros, és ezért szokták $2p$ alakban megadni.

A forgórész tekercselése a tömör vashenger felületen elhelyezett palást irányú vajatokban fekszik. A tekercs lényegében véve önmagában záródó hosszú vezetőből áll.

A tekercselést úgy végzik, hogy a vezető elejét valamelyik vajatba helyezik, majd a huzalt meghatározott sorrendben a többi vajatba is „betekercselik”. A huzal végét összekötik az elejével, és így egy zárt hurkot kapnak.

A forgórész tekercseléséhez a kollektoron, vagy más néven kommutátoron keresztül történik a hozzávezetés. A kollektor hengerfelületen elhelyezett, egymástól elszigetelt rézlapokból áll. Minden ilyen rézlap össze van kötve az előbb említett zárt hurok valamelyik pontjával, mégpedig a szembenfekvő rézlapok a hurok szembenfekvő pontjaival.

A kollektorgyűrűhöz két átellenes pontban egy-egy szénkefe tapad, melyeken keresztül feszültségeket vezethetünk a kefével érintkező rézlaphoz, és azon keresztül a forgórész tekercseléséhez. A szénkefék álló helyzetűek, míg a kollektorgyűrű együtt forog a forgórészszel.

A forgórészre kapcsolt feszültség hatására a tekercsekben áram folyik. Az árammal átjárt vezetők az állórész által keltett mágneses tér erőit gyakorol. Ha biztosítjuk azt, hogy az összes vezetőre a forgórész minden helyzetében olyan erő hasson, mely azt egyirányban forgatja, akkor máris sikerült a motort megvalósítani. Épp ez teszi szükségessé a kollektorgyűrű használatát.

A fenti összefoglaló után már válaszolhatunk az egyes kérdésekre. A számításokat végig MKSA rendszerben végzzük.

a) Meg akarjuk határozni egy olyan motor *fordulatszámát*, melyre az alábbi adatok jellemzőek:

Az állórész pólusainak száma $2p$. A pólusok által keltett mágneses indukció B (erővonalssűrűség). A forgórész dobjának átmérője D , és ezen z számú sorbakötött l hosszúságú vezető képezi a tekercselést. A motor üzemi feszültsége U .

Egy motor akkor jár üzemi fordulatszámon, ha nincs terhelőnyomaték. Ha eltekintünk a motor belső veszteségeitől: súrlódás stb. – akkor úgy tekinthetjük, mintha az üzemi fordulatszámon a motort semmiféle nyomaték nem terhelné.

Ha a forgórészen áram folyik át, az már valamilyen nyomatékot ad a motornak. A motor arra a fordulatszámmra fog beállni, amelyre nézve az említett belső nyomaték épp fedezi a külső terhelő nyomatékot.

Ebből rögtön látható, hogy az üzemi fordulatszámon nem folyhat áram a forgórészben. A forgás következtében a forgórész zárt hurkában U_i ellenindukált feszültség keletkezik. Magára a tekercsre U feszültséget kapcsolunk. Így az átfolyó áramot $U - U_i$ feszültség határozza meg. Akkor nem lesz áram a forgórészben, amikor $U - U_i = 0$. Így az üzemi fordulatszám az $U = U_i$ képletből meghatározható. Itt U_i és n között függvénykapcsolat van. Határozzuk ezt meg!

Jelöljük Φ -vel egy-egy mágnespólus fluxusát (a belőle kiinduló összes erővonal számát).

Nyilvánvalóan B és Φ között kapcsolat van.

$$(1) \quad \pi \cdot D \cdot l \cdot B = 2p\Phi \quad \text{kapcsolat van.}$$

Egy-egy l hosszúságú vezetőben $B \cdot l \cdot v = U_{i0}$ feszültség indukálódik. Itt $v = n \cdot \pi \cdot D$ a kerületi sebesség. Általában n -et 1/perc dimenzióban adják meg, így $v = n \cdot \pi \cdot D/60$.

A fenti vezetők közül $z/2$ kapcsolódik sorba. Az összes vezetők száma ugyanis z . Ezek zárt hurkot képeznek. A hozzávezetés átellenes pontokban történik. Ezek között mindkét irányban nyilván $z/2 - z/2$ vezető van.

Ennek megfelelően az indukált teljes feszültség: $U_i = \frac{z}{2} U_{i0}$.

Behelyettesítve az értékeket

$$(2) \quad U_i = \frac{p \cdot z \cdot \Phi}{60} \cdot n.$$

Most már megkapjuk az üzemi fordulatszámot is:

$$(3) \quad n_0 = \frac{U \cdot 60}{p \cdot z \cdot \Phi}.$$

b) Megnézzük, hogy I_a forgórész-áram esetén *milyen nyomatékot* szolgáltat a motor.

A forgórész $I_a/2$ árammal átjárt vezetőit a mágneses tér a balképszabálynak megfelelően téríti ki, illetve képez nyomatékot. (Az I_a áram a paralel kapcsolódó $z/2 - z/2$ elemekből álló ágakban $I_a/2 - I_a/2$ mértékben oszlik meg.)

Meghatározzuk az egy-egy vezetőre ható P_0 erőt, illetve a megfelelő M_0 nyomatékot.

$$(4) \quad P_0 = B \cdot l \cdot \frac{I_a}{2n},$$

$$(5) \quad M_0 = B \cdot l \cdot \frac{I_a}{2} \cdot \frac{D}{2}.$$

Az össz-nyomatékot az (5) alatt adódó z számú nyomaték összege adja:

$$M = \frac{z \cdot B \cdot l \cdot D \cdot I_a}{4}.$$

Némi átalakítással az előbbi képletek alapján

$$(6) \quad M = \frac{z}{2\pi} p \cdot \Phi \cdot I_a.$$

(2)-t felhasználva az eredmény még az alábbi módon is felírható:

$$M = \frac{60n}{60n} \frac{z}{2\pi} p \Phi I_a = \frac{60}{2\pi n} U_i I_a.$$

Végül $\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$ a helyettesítéssel

$$(7) \quad M = \frac{U_i I_a}{\omega},$$

ahol ω a szögsebesség.

Ez utóbbi képletet a *d*) kérdés válaszában használjuk fel. A maximális nyomatékot közvetlenül a (6) képletből határozhatjuk meg. Rögtön látható, hogy a terhelőnyomaték nem függ a fordulatszámától, csupán I_a -tól. I_a maximális értéke szabja tehát meg a terhelőnyomaték maximális értékét. A növekvő terhelés a motort lelassítja, végül a motor leáll. Feleletképpen a leállításhoz szükséges M_{\max} nyomatékot határozzuk meg.

Itt tehát $n = 0$, $U_i = 0$, és így

$$I_a = \frac{U - U_i}{R_a} = \frac{U}{R_a}. \quad R_a \text{ a forgórész ellenállása.}$$

$$(8) \quad \text{Így} \quad M_{\max} = \frac{z}{2\pi} p \Phi \frac{U}{R_a}.$$

A képletből rögtön látható, hogy az egyes értékeket hogyan kell megváltoztatni, ha pl. nagyobb teherbírású motort akarunk kapni.

c) Az előbbi motor *fordulatszámát határozzuk meg*, ha az M nyomaték terheli.

Mértéke egyértelműleg meghatározza I_a -t (6) alapján:

$$I_a = \frac{M}{\frac{z}{2\pi} p \Phi}$$

Másrészt az áramértéket az előbb már használt $I_a = \frac{U - U_i}{R_a}$ formula is megadja. E kettőt tegyük egyenlővé, és helyettesítsük be U_i (2) alatti értékét:

$$\frac{U - \frac{pz\Phi}{60}n}{R_a} = \frac{M}{\frac{z}{2\pi} p \Phi}.$$

Az egyenlőséget n -re megoldva kapjuk:

$$(9) \quad n = \frac{U \cdot 60}{p \cdot z \cdot \Phi} - \frac{M \cdot 60 \cdot 2\pi}{z^2 p^2 \Phi^2} R_a.$$

Láthatjuk, hogy $M = 0$ esetben (3) értékét kapjuk. Másrészt $n = 0$ helyettesítésével is megkaphatjuk a (8) alatti M_{\max} értéket.

d) Röviden azt nézzük meg, hogy *a motor által felvett teljesítmény mire fordítódik*.

Mindenesetre P'_{sz} teljesítményt az állórész fogyaszt el. Ez szükséges ahhoz, hogy az állórész Φ fluxusát létrehozza. Ez a teljesítmény hő alakjában eltávozik a motorból. Az értékét meghatározhatjuk, ha ismerjük a tekercs R_{sz} ellenállását.

$$\text{Ekkor} \quad P_{sz} = \frac{U^2}{R_{sz}}.$$

A teljesítmény többi részét a forgórész veszi fel. Mivel ezen I_a áram folyik át, azért $P_a = U \cdot I_a$. Ez az áram egyrészt átfolyik R_a -n, másrészt az U_i feszültség ellenében dolgozik.

A motor ugyanakkor $P_{ki} = M \cdot \omega$ teljesítményt ad le, mint hasznos teljesítményt. A (7) képletet most hasznosíthatjuk, onnan $P_{ki} = U_1 I_a$ adódik.

Az $U = R_a \cdot I_a + U_i$ képlet felhasználásával

$$P_a = P_{ki} + R_a I_a^2 \text{ írható.}$$

A motor $P_{be} = P_a + P_{sz} = \frac{U^2}{R_{sz}} + R_a I_a^2 + P_{ki}$ teljesítményt vesz fel, és mint láttuk, ebből P_{ki} értéket hasznosíthatunk.

Határozzuk meg a hatásfokot az $\eta = P_{ki}/P_{be}$ ismert képletből:

$$(10) \quad \eta = \frac{P_{ki}}{\frac{U^2}{R_{sz}} + R_a I_a^2 + P_{ki}}.$$

U^2/R_{sz} és $R_a I_a^2$ mint veszteség, a tekercsek melegítésére fordítódik. Ezt a mennyiséget a gyakorlatban rézvesztésnek nevezik.

Egyenáramú motorokkal $\eta = 0,85 - 0,95$ hatásfok érhető el.

Madas László