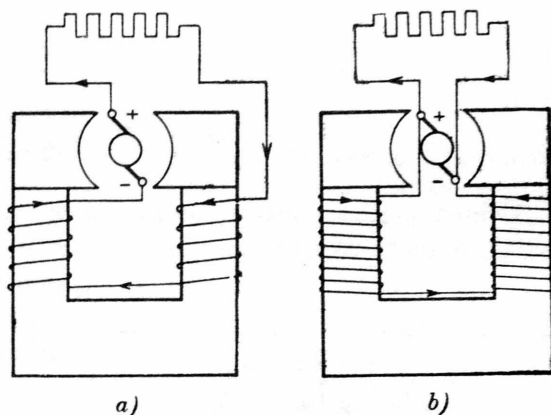


vedením zväčšuje sa spočiatku úmerne aj magnetický indukčný tok v okruhu elektromagnetu. Svorkové napätie stroja sa ustalaže až pri odbere silných prúdov, keď železné jadro elektromagnetu je už magneticky nasýtené.

Na rozdiel od strojov sériových v dynamoelektrických strojoch *derivačných* vinutie elektromagnetu je ku svorkám stroja pripojené s vonkajším vedením paralelne a je tvorené veľkým počtom závitov tenkého drôtu. Prúd v nich, najmä keď elektrický odpor rotora je malý, je málo závislý od intenzity prúdu odobieraného vonkajším vedením. Preto aj magnetický indukčný tok v okruhu elektromagnetu a tým aj svorkové napätie stroja sú od intenzity odobieraného prúdu málo závislé. Je pochopiteľné, že s ohľadom na možnosť stabilizácie svorkového napätia ešte výhodnejšie sú stroje zmiešané. Ich elektromagnety majú dve vinutia, z ktorých jedno je s vonkajším vedením zapojené paralelne a druhé v sérii.



Obr. 6.19.

6.9. Motory na jednosmerný prúd. Elektrickým motorom sa nazýva stroj, ktorým možno meniť energiu zdroja elektrického prúdu na energiu mechanickú. Zo základných zákonov magnetického poľa vyplýva, že každý generátor jednosmerného prúdu môže zásadne pracovať aj ako motor na jednosmerný prúd, t. j. môže sa používať na premenu elektrickej energie zdroja jednosmerného prúdu na energiu mechanickú.

Veď si najprv magnetoelektrický generátor jednosmerného prúdu. Keď jeho, pri zvolenom zmysle otáčania sa rotora, kladnú a zápornú svorku spojíme vodivo cez vinutie nejakého spotrebiča elektrickej energie, podľa Lencovho pravidla bude cez vinutie stroja prechádzať prúd takého smeru, že sa tým pohyb stroja bude brzdiť. Z toho vyplýva, že keď svorky generátora jednosmerného prúdu s neroztočeným ešte rotorom spojíme so súhlasnými svorkami zdroja jednosmerného prúdu, bude prechádzať cez jeho vinutie prúd teraz opačného smeru, ktorým sa jeho rotor roztočí v tomže zmysle, ako predtým pri jeho používaní na výrobu prúdu.

Odvodíme najprv vzorec pre otáčavý moment D motora s permanentným magnetom. Nech je n počet drôtov na obvode rotora, ktorého polomer nech

je r a účinná dĺžka drôtov nech je l . Magnetické pole vo vzduchovej medzere medzi pólovými nástavcami magnetu stroja a rotorom nech sa vyznačuje indukciou B (obr. 6.20). Pretože do kolektora privádzaný prúd I sa delí v rotore na dve polovice, na jeden drôt vinutia rotora účinkuje sila s momentom $D_1 = \frac{1}{2} IlBr$. Avšak podľa obr. 6.20 zo všetkých n drôtov je v magnetickom poli len ich časť $n' = 2\alpha n/2\pi = \alpha n/\pi$. Celkový otáčavý moment stroja je preto len

$$D = n'D_1 = \frac{1}{2} \frac{\alpha}{\pi} n \cdot IlBr \quad (1)$$

Účinná plocha obvodu rotora, ktorá zasahuje do magnetického poľa, sa skladá z dvoch pásov s plošnými obsahmi $S = r\alpha l$. Prechádza nimi magnetický indukčný tok $\Phi = r\alpha lB$. Použitím tohto vzťahu vzorec (1) možno prepísať aj na tvar

$$D = \frac{n\Phi I}{2\pi} \quad (2)$$

Predpokladajme, že vonkajší zdroj prúdu so zanedbateľne malým vnútorným odporom má elektromotorickú silu e a vnútorný odpor vinutia motora je R_0 . Keby sa motor neotáčal, prechádzal by ním teda prúd $I_0 = e/R_0$.

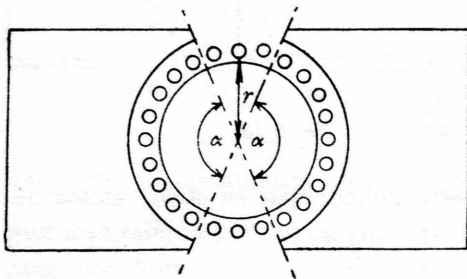
Keď sa však motor už otáča frekvenciou ν , podľa vzorca (6.8.1) indukuje sa v ňom proti vonkajšej ems e nameraná elektromotorická sila $e_i = \Phi n\nu$. Za chodu motora prechádza ním preto len prúd

$$I = \frac{1}{R_0} (e - e_i) = \frac{1}{R_0} (e - \Phi n\nu) \quad (3)$$

takže otáčavý moment stroja za chodu je len

$$D = \frac{n\Phi}{2\pi R_0} (e - \Phi n\nu) \quad (4)$$

Podľa týchto výsledkov prúd I aj otáčavý moment D sú najväčšie pri spúšťaní motora, keď je ešte $\nu = 0$. Zo vzorca (4) vyplýva i to, že pri malom zaťažení motora vonkajšia ems e a vo vnútri stroja elektromagnetickou indukciou vznikajúca ems $e_i = \Phi n\nu$ sú prakticky rovnako veľké. Preto podľa vzorca (3) vinutím motora v tom prípade prechádza len slabý prúd. Keď sa



Obr. 6.20.

však zataženie motora zväčší, frekvencia jeho otáčania sa zmenší, čím sa samočinne zväčší prúd aj otáčavý moment. Motor si teda sám reguluje svoj výkon podľa zataženia.

Všetky naše doterajšie úvahy sa však vzťahovali na motory s permanentnými magnetmi, ktoré sa v praxi málo používajú. Omnoho viac sa používajú stroje s elektromagnetmi, ktoré podobne ako pri generátoroch jednosmerného prúdu môžu byť vzhľadom na rotor zapojené *v sérii* alebo *paralelne (derivačne)*.

V *sériovom motore* ten istý prúd prechádza vinutím elektromagnetu aj rotora. Preto v tomto stroji magnetický indukčný tok Φ je pri každej frekvencii otáčania sa stroja približne úmerný odoberanému prúdu I , takže, podľa vzorca (2), otáčavý moment stroja je približne úmerný druhej mocnине prúdu. V dôsledku toho sériový motor sa vyznačuje veľkou ťažnou silou pri rozbiehaní, keď protichodná ems vznikajúca v rotore je ešte malá. Pretože sa sériový motor dobre prispôsobuje aj zmenám zataženia, veľmi dobre sa hodí pre pohon elektrických dráh a lokomotív.

V *derivačnom motore* pri konštantnej vonkajšej ems vinutím elektromagnetu prechádza konštantný prúd, takže aj magnetický indukčný tok Φ je konštantný a otáčavý moment stroja je úmerný len prvej mocnине prúdu v rotore. Zo vzorca vyjadrujúceho tento prúd, $I = \frac{e - \Phi n v}{R_0}$, v ktorom R_0 znamená odpor vinutia rotora, vyplýva pre frekvenciu jeho otáčania:

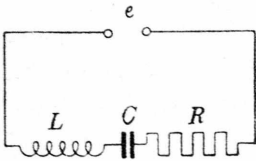
$$v = \frac{e - IR_0}{\Phi n} \quad (5)$$

Odpor R_0 býva obyčajne malý, takže pri zmenách zataženia mení sa síce prúd I , avšak frekvencia v len málo. Derivačné motory sa preto hodia na poháňanie strojov, pri ktorých sa vyžaduje podľa možnosti konštantná rýchlosť otáčania.

Je dôležité si uvedomiť, že zmysel otáčania sa rotora kolektorových motorov s elektromagnetmi je nezávislý od toho, ako je motor ako celok pripojený ku svorkám zdroja jednosmerného prúdu, lebo zámena pólov má za následok súčasnú zmenu smeru magnetického poľa aj prúdu vo vinutí rotora. To však znamená tiež, že kolektorové motory s elektromagnetmi môžu byť zásadne poháňané aj striedavým prúdom. Kolektorové motory pre pohon striedavým prúdom musia mať však elektromagnet, ktorého jadro — podobne ako rotor — je tiež zhotovené z tenkých železných plechov, aby sa predišlo príliš veľkým stratám vznikom Foucaultových vírivých prúdov. Pre pohon striedavým prúdom z rozličných príčin (prekážkou je napr. aj iskrenie na kolektore)

konštruujú sa však kolektorové motory len s malým výkonom. Keď žiadaný výkon je väčší, pre pohon striedavým prúdom sa s najväčšou obľubou používajú bezkolektorové trojfázové asynchrónne indukčné motory, využívajúce točivé pole magnetické. Podrobnejšie sa o nich zmienime v čl. 6.13.

6.10. Striedavý harmonický prúd v okruhu s ohmickým odporom, kapacitou a samoindukciou. Okruhu podľa obr. 6.21 nech je vnútené striedavé napätie $e = e_0 \sin \omega t$. Pretože ako kapacita C , tak aj samoindukcia L predstavujú ďalšie zdroje elektromotorickej sily, $e_c = \frac{Q}{C}$,



Obr. 6.21.

$e_i = -L \frac{dI}{dt}$, okruhom prechádza prúd daný vzorcom

$$I = \frac{e + e_c + e_i}{R}$$

podľa ktorého prúd I v okruhu splňuje diferenciálnu rovnicu

$$IR = e_0 \sin \omega t + \frac{1}{C} Q - L \frac{dI}{dt}$$

teda aj rovnicu

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} + R \frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} I = \frac{d(e_0 \sin \omega t)}{dt} \quad (1)$$

Riešenie tejto diferenciálnej rovnice pre ustálený stav nájdeme jednoducho tak, že pravú stranu rovnice nahradíme komplexným výrazom

$$\frac{d(e_0 \cos \omega t + ie_0 \sin \omega t)}{dt} = \frac{d}{dt} e_0 e^{i\omega t} = \frac{de^*}{dt}$$

a nájdeme komplexné riešenie rovnice

$$L \frac{d^2 I^*}{dt^2} + R \frac{dI^*}{dt} + \frac{1}{C} I^* = \frac{de^*}{dt} \quad (2)$$

Riešením rovnice (1) bude potom reálna hodnota imaginárnej časti komplexného partikulárneho integrálu rovnice (2), lebo jej ľavá strana je v I^* lineárna a homogénna.

Za predpokladu, že práve tak ako okruhu vnútené vonkajšie napätie e , bude sa v ustálenom stave aj prúd I meniť s časom harmonicky a s rovnakou frekvenciou, môžeme písať:

$$I^* = I_0 e^{i(\omega t - \varphi)}$$