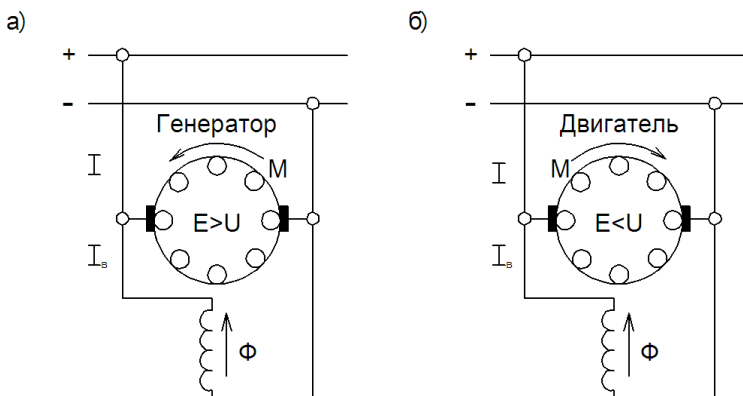


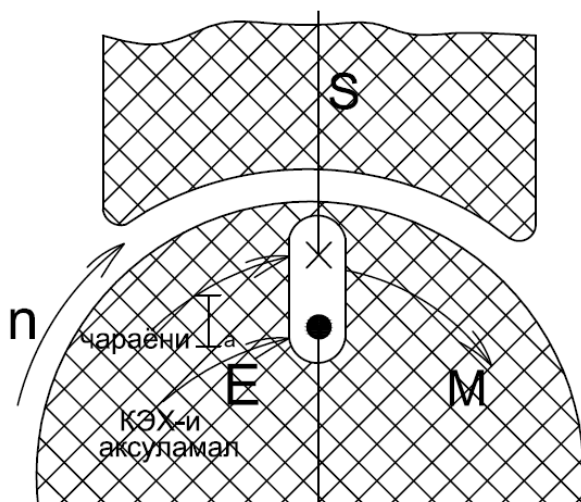
7. Муҳаррикҳои ҷараёни доимӣ

7.1. Муқаррароти умумӣ

Муҳаррики ҷараёни доимӣ (МЧД) ин мошини электрии мебошад, ки нерӯи электрии ҷараёни доимиро ба нерӯи механикӣ табдил медиҳад. Энергияи электрии ҷараёни доимӣ ба намуди шиддат ва бузургии ҷараён ба печай якор, бо воситаи коллектор ворид карда мешавад ва дар натиҷаи таъсири қувваи ҷараёни I_a дар печай якор бо сели майдони магнитии печай ангезонанда momenti даврзананда ҳосил мешавад, ки он якори муҳаррикро бо суръати муайян давр мезанонад (расми 7.1, б ва расми 7.2).



Расми 7.1. МЧД дар речаи генератор (а) ва муҳаррик (б)



Расми 7.2. Самти ҚЭХ-и ақсуламан дар якори муҳаррик

Чуноне маълум гашт барои ин амал боз будани сели майдони магнитӣ зарур аст. Сели майдони магнитии доимӣ бо воситаи ғалтакҳои дилақдори дорои печаҳо-печаҳои электромагнитӣ (дар оянда печаҳои ангезонанда) ҳосил карда мешавад. Вобаста ба усули пайвасти печаҳои ангезонанда нисбат ба печаҳои якори МЧД ба гурӯҳи муҳаррикҳои ангезиши новобаста (мустақил), яъне муҳаррикҳое, ки манбаи дигари ҷараён барои печай электромагнитӣ доранд, ва муҳаррикҳои печай электромагнетиашон бо печай якор пайвастагии: мувозӣ (шунтӣ); пай дар пай-ҳаммаслак (сериесӣ) ва омехта (компаундӣ) доранд ҷудо карда мешаванд. Тарҳҳои ин муҳаррикҳо мутаносибан аз тарҳҳои генераторҳо (расми 6.3) фарқе надоранд.

Дар протсеси амали МЧД дар якори он ҚЭХ пайдо мешавад, ки самти онро бо қоидаи дасти чап (нигар ба расми 7.2) ва бузургиашро бо формулаи (3.3) муайян намудан мумкин мебошад. Табиатан ин ҚЭХ аз ҚЭХ-е, ки дар генератор ҳосил мешавад фарқе надорад, танҳо дар муҳаррик он самти муқобили ҷараёни якорро дорад аст бинобар ин ӯро ҚЭХ-и аксуламали якор меноманд.

Дар муҳаррики бо суръати доимӣ даврзананда

$$U = E_a + I_a \sum r, \quad (7.1)$$

баробар аст.

Аз (7.1) бармеояд, ки шиддати ҷараёни ба муҳаррик пайвастшуда ҚЭХ-и аксуламали якор ва афтиши шиддат дар занҷири якорро мувозина менамояд.

Баробарии (7.1)-ро ба бузургии ҷараён зарб намуда

$$I_a \cdot U = I_a \cdot E_a + I_a^2 \cdot \sum r, \quad (7.2)$$

баробарии иқтидорҳоро ҳосил менамоем, ки дар ин ҷо:

$I_a \cdot U$ – иқтидори печаҳои якор;

$I_a^2 \cdot \sum r$ – бузургии талафоти иқтидор дар печаи якор;

$I_a \cdot E_a$ – иқтидори электромагнитии муҳаррик.

Иқтидори электромагнитии муҳаррик ба

$$I_a \cdot E_a = P_{эм} = M \cdot \omega \quad (7.3)$$

баробар буда, миқдоран баробар ба он қисми иқтидори воридотии муҳаррик, ки дар мавриди амал намудани он ба нерӯӣ механикӣ, барои даврзанонидани якор зарур аст.

Баробарии (7.3)-ро ба намуди зерин навиштан раво мебошад:

$$I_a \cdot U = M \cdot \omega + I_a^2 \cdot \sum r, \quad (7.4)$$

Таҳлили ин баробари нишон медиҳад, ки бо зиёд шудани борбаст дар наварди муҳаррик, яъне зиёд шудани моменти электромагнитӣ - M , иқтидори печай якор низ зиёд мегардад, яъне иқтидори воридотӣ меафзояд. Аз сабаби он, ки шиддати ҷараёни манбаъ доимӣ мебошад ($U = \text{доимӣ}$) пас зиёд гардидани борбасти муҳаррик ба зиёд гаштани бузургии ҷараёни якор $-I_a$ меоварад.

Мутобиқ ба (7.3) миқдори гардиши якор ба:

$$n = E_a / C_E \cdot \Phi = (U - I_a \cdot \sum r) / C_E \cdot \Phi = n_0 - \Delta n \quad (7.5)$$

ва дар мавриди бузургии ҷараён дар якорро бо момент иваз намудан

$$I_a = M / C_M \Phi \quad (7.6)$$

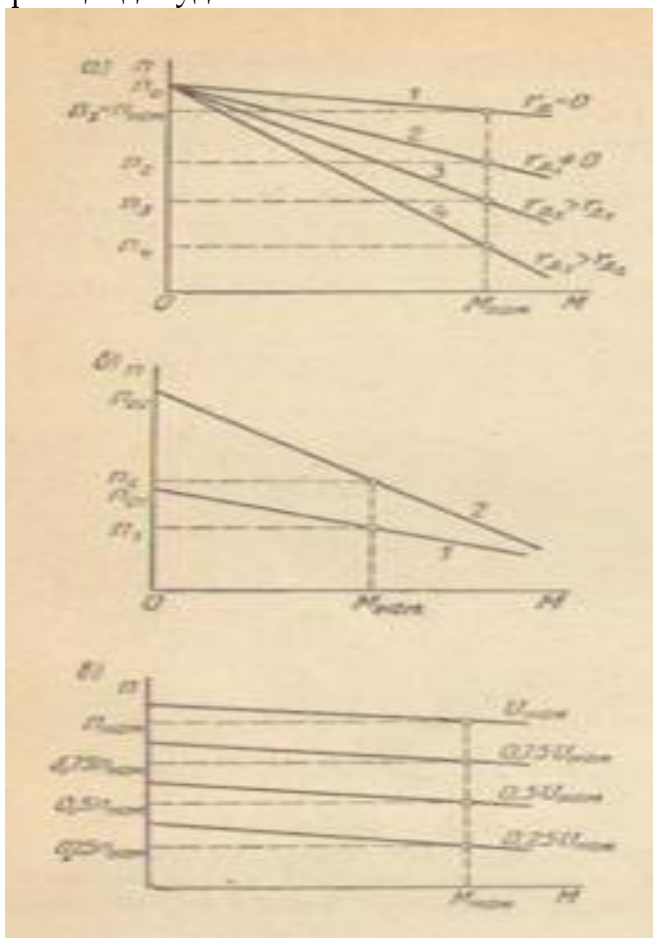
$$n = E_a / C_E \cdot \Phi = U / C_E \Phi - M \cdot \sum r / C_E C_M \cdot \Phi = n_0 - \Delta n \quad (7.7)$$

баробар аст.

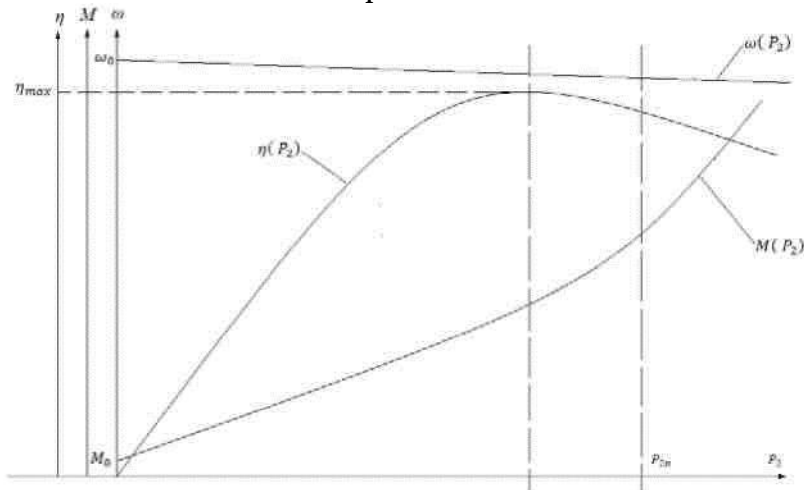
Вобастагии дар асоси (7.5) бунёд ёфтара характеристикаи электромеханикӣ ва дар асоси (7.7) бунёд ёфтара бошад характеристикаи механикии муҳаррики ҷараёни доимӣ меноманд.

Аз баробариҳои (7.5) ва (7.7) бармеояд, ки характеристикаҳои механикию электромеханикии МЧД во-

бастагии калон аз бузургии сели майдони магнитӣ до-ранд, инчунин аз бузургии шиддати ҷараёни манбаъ, муқовимати занҷири якор ва бузургии борбасти муҳаррик вобаста мебошад. Ин характеристикаҳо барои ҳар як намуди муҳаррики ҷараёни доимӣ (вобаста ба васли печай ангеzonанда нисбат ба печай якор) гуногун мебошанд ва дар мавриди омӯзиши муҳаррикҳо онҳо тасвир хоҳанд шуд.



Расми 7.3 Хarakterистикаҳои электромеханикии
мошинаи ҷараёни доимӣ



Расми 7.4 Хarakterистикаҳои энергетикии МЧД

Яке аз нишондиҳандаҳои муҳими МЧД ин нишондиҳандаҳои энергетикӣ $\bar{\eta}$ мебошад, ки онро як дараҷа бо хarakterистикаҳои кори $\bar{\omega}$ муайян намудан мумкин мебошад. Хarakterистикаи кори МЧД ин вобастагҳои суръати гардиш аз иқтидори ғаёл $\bar{\omega} = f(P_2)$; вобастагии моменти даврзанаанда аз иқтидори ғаёл $M = f(P_2)$ ва вобастагии коэффитсиенти кори ғоиданок аз иқтидори ғаёл $\eta = f(P_2)$ мебошанд (расми 7.4).

Ин вобастагӣҳо ро бо истифода аз бузургҳои озмоишӣ ва бо воситаи ҳисоб муайян намуданро дар МЧД бо ангезонандаи мувозӣ дида мебароем.

Иқтидоре, ки МЧД аз манбаи ҷараён истеъмол менамояд баробар ба

$$P_1 = U_c \cdot I \quad [\text{Вт}]$$

мебошад.

Бузургии ҷараёнро дар печай ангеzonанда дар ҳолати борбаст будани муҳаррик аз формулаи зерин муайян намудан имконпазир аст

$$i_s = \frac{U_c}{r_s + r_{\text{вд}}},$$

ки дар ин ҷо: $r_{\text{вд}}$ – муқовимати иловагӣ, ки бо печай ангеzonанда пай дар пай пайваст шудааст;

i_s – бузургии ҷараёни ангеzonанда, ки аз озмоиш муайян карда мешавад;

r_s – муқовимати хусусии печай ангеzonанда, он чен карда мешавад ва ё истифода аз қонуни Ом он ҳисоб карда мешавад.

Талафоти электрӣ дар печай ангеzonанда ба

$$\Delta P_{\text{эс}} = (r_s + r_{\text{вд}}) \cdot i_s^2 \quad (7.8)$$

баробар аст.

Бузургии ҷараёни якорро дар мавриди борбаст шудани муҳаррик аз баробарии зерин

$$I_a = I - i_s$$

муайян намудан мумкин аст.

Талафоти электрӣ дар печай якор дар мавриди $R_{\text{вд}} = 0$ будан ба

$$\Delta P_{\text{эа}} = R_a \cdot i_a^2 \quad (7.9)$$

баробар мебошад.

Иқтидори истемолкунандаи муҳаррик дар реҷаи гашти бе бунёд ва талафоти электрӣ дар ин маврид ($R_{\text{вд}} = 0$) баробар ба

$$P_{10} = U_c \cdot I_c ; \quad P_{ac} = R_a (I_0 - i_s)^2 = R_a I_{a0}^2$$

мебошанд.

Талафоти магнитӣ (талафот дар пӯлоди муҳаррик) ва талафоти механикиро дар мавриди $R_{\omega} = 0$ бо муайян будани бузургии ҷараён дар печаи ангеzonанда i_b аз баробарии иқтидорҳо муайян намудан зарур аст

$$P_c + P_{max} = P_{ctx} = P_{10} - P_{a0} - P_{3\phi} \quad (7.10)$$

Талафоти пурраи муҳаррики дорои печаи ангеzonандаи пайвасти мувозӣ дар мавриди $R_{\omega} = 0$ будан, баробар ба:

$$\Sigma P = \Sigma P = P_{3\phi} + P_{3\phi} + P_{ctx} \quad \text{мебошад.}$$

Иқтидори фаъол дар баромади муҳаррик баробар ба:

$$P_3 = P_1 - \Sigma P \quad \text{аст.} \quad (7.11)$$

Коэффитсиенти кори фоиданоки муҳаррикро аз рӯи муодилаи зерин муайян намудан мумкин аст:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (7.12)$$

Момент дар наварди муҳаррикро истифода аз муодилаи зерин муайян намудан мумкин аст

$$M = 9,55 \cdot \frac{P_2}{n} \quad (7.13)$$

ки дар ин ҷо P_2 бо ватт, n – суръати гардиши муҳаррик бо гардиш/дақ. гузошта мешавад.

Истифода аз муодилаи (7.6) метавон бузургии $C_m \Phi$, муайян кард:

$$C_m \Phi = \frac{M}{I_a}$$

Барои сохтани характеристикаҳои кории муҳаррик дар мавриди $U_c = const$, $i_{\omega} = const$ нисбат ба бузургиҳои аз

озмоиш гирифташуда чунин тартиб тавсия дода мешавад:

1. Барои бузургии борбасти ихтиёрӣ бузургии $C_m\Phi$ ҳисоб карда шавад.
2. Истифода аз бузургии чараёни якор, ки аз озмоиш муайян карда шудааст бузургии момент M барои ҳама қиматҳои чараён ҳисоб карда шавад $M = C_m\Phi I_a$.
3. Барои ҳама бузургиҳои суръати гардиш n , ки дар озмоиш чен карда шудаанд бузургии иқтидори фаълро дар наварди муҳаррик ҳисоб менамоянд $P_2 = \frac{M \cdot n}{9.55}$.
4. Истифода аз бузургии ченкардаи чараёни истеъмолкунандаи муҳаррик дар мавриди $U_c = const$ будан барои ҳама қиматҳои борбаст иқтидори истеъмолкунанда ва коэффитсиенти кори фоиданоки муҳаррик истифода аз формулаҳои зерин ҳисоб карда шавад $P_1 = U_c I$ ва $\eta = \frac{P_2}{P_1}$.
5. Истифода аз натиҷаи ҳисобҳо характеристикаҳои кори муҳаррик n , M , P_2 , η сохта шавад.

7.2 Мувозинати моментҳо

Моменти электромагнитӣ $-M$ якори муҳаррик ба гардиш медарорад ва ин гардиш ба дастгоҳи иҷроку-

нанда ирсол карда мешавад. Дар ин маврид ба наварди муҳаррик моментҳои зерин таъсир менамоянд:

- 1) Моменти даврзананда (электромагнитӣ) – M ;
- 2) Моменти гашти б.б. – M_0 , вобаста ба талафотҳои механикӣ (бо дарназардошти вентилляция) ва магнитӣ дар муҳаррик; Бузургии моменти M_0 дар муҳаррикҳои иҷроиши номиналии иқтидорашон миёна ва калон на зиёд аз (2 – 6)% аз бузургии номиналии моменти даврзананда $M_{ном}$ мебошад.

- 3) Моменти ғойданок M_2 , яъне моменти мутақобили дастгоҳи иҷрокунанда, ки онро муҳаррик ба ҳаракат меоварад, масалан, агар муҳаррик силиндри диаметраш D -е, ки ба он трос бо вазни F печонида мешавад давр занонад он гоҳ моменти ғойданоки ин дастгоҳ баробар ба

$$M_2 = F \times D / 2$$

мебошад.

- 4) Моменти динамикӣ M_d , ки дар мавриди тағйир ёфтани суръати гардиши муҳаррик вобаста ба инерсияи қисмҳои даврзанандаи муҳаррик ва дастгоҳи иҷрокунанда пайдо мешавад баробар ба

$$M_d = J \cdot dw/dt \quad (7.14)$$

мебошад.

Дар ин ҷо J – моменти инерсияи ҳама қисмҳои даврзанандаи агрегат, ки ба наварди муҳаррик нисбат ба суръати кунҷиашон $-\omega$ оварда шудаанд;

- 5) Моменти статикӣ муқобилияти гардиши наварди муҳаррик $M_{ст}$, ки баробар ба

$$M_{ст} = M_0 + M_2$$

мебошад.

Дар умум муодилаи моментҳои муҳаррикро чу-нин тасвир намудан мумкин аст:

$$M = M_0 + M_2 \pm M_d \quad \text{ё ин ки} \quad M = M_{ст} \pm M_d .$$

Аломати мусбат ва ё манфии моменти динамикӣ вобаста ба сирати тағйирёбии суръати гардиш муайян карда мешавад: дар афзунёбии суръат аломати мусбат ва дар камшавӣ бошад аломати манфи гирифта мешавад.

Дар мавриди бетағйир будани суръати гардиши якор ($d\omega/dt=0$) моменти динамикӣ ба сифр баробар аст $M_d = 0$, бинобар ин

$$M = M_0 + M_2 = M_{ст} , \quad (7.15)$$

мебошад, яъне дар речаи мӯътадили амали муҳаррик моменти даврзанандаи муҳаррик ва моменти статикӣ муқобилати гардиши наварди муҳаррик дар мувозинат мебошанд.

Бузургии моменти фоиданоки муҳаррикро аз муодилаи зерин муайян намудан имконпазир мебошад

$$M_2 = 9,55 P_2/n \quad [\text{Н}\cdot\text{м}],$$

ки дар ин ҷо P_2 – иқтидори фоиданоки муҳаррик (иқтидори муҳаррик дар навард), Вт;

n – суръати гардиш, гар./дақиқа.

Суръати гардиши муҳаррик

Бо дарназардошти муолилаи ҚЭХ

$$E_a = C_e \cdot \Phi \cdot n$$

Суръати гардиши муҳаррик баробар ба

$$n = E_a / C_e \cdot \Phi .$$

Ба ин баробари қиммати E_a –ро гузошта ҳосил мекунем:

$$n = \frac{U - I_a \cdot \Sigma r}{C_e \Phi} \quad (7.16)$$

Яъне суръати гардиши муҳаррик мутаносиби рост ба бузургии шиддати ҷараёни манба ва мутаносиби чаппа ба бузургии сели майдони магнитӣ мебошад. Аз ҷиҳати физикӣ онро чунон маънидод кардан мумкин аст: афзуншавии шиддати ҷараён ё камшавии сели майдони магнитӣ ба афзуншавии $(U - E_a)$ ва дар баробари ин ба зиёд гаштани бузургии ҷараён дар якор I_a меоварад. Дар натиҷа афзоиши ҷараёни якор ба зиёд гаштани моменти даврзананда меоварад ва дар маври-

ди доимӣ будани моменти борбаст суръати гардиши муҳаррик меафзояд.

7.3 Речаҳои амали

мошини электрии ҷараёни доимӣ

Дар муҳаррикҳои бо печай ангезонандаи пайвасти мувозӣ дар мавриди бетағйир будани бузургии ҷараён дар печай ангезонанда ($I_B = 0$) сели майдони магнитӣ дар тағйирёбии борбасти худ бисёр кам тағйир меёбад. Бинобар ин бо саҳеҳии кофи метавон қабул намуд, ки сели майдони магнитӣ бетағйир мебошад $\Phi = \text{доимӣ}$. Дар ин маврид моменти электромагнитӣ мутаносиб ба ҷараёни якор мебошад ва характеристикаи механикии онро $n = f(M)$ метавон ба характеристикаи $n = f(I_a)$ иваз намуд. Агар ин характеристика ба ҳар ду ҷониб берун аз меҳварҳои координатӣ идома дода шавад (хати 1 дар расми 7.3), он гоҳ нишон додан мумкин аст, ки мошини электрӣ вобаста ба бузургии ва аломати моменти берунаи ба наварди он аз ҷониби дастгоҳи васлгардида таъсир расонида, метавонад дар се реча амал намояд: муҳаррикӣ, боздошти (тормозӣ) ва генераторӣ.

Дар амали муҳаррики борбастнашуда ҷараён дар занҷири якор I_{a0} нисбатан хурд мебошад. Бинобар ин суръати гардиш $n = n_0$ мебошад (нуқтаи А), баъдан бо

пайдошавии лар наврди муҳаррик моменти борбастшуда, аксуламал ба моменти даврзананда, ҷараён дар занҷири якор меафзояду суръати гардиш бошад ба камшавӣ меравад. Дар мавриди зиёд намудани моменти аксуламал то бузургие, ки якори мошина аз гардиш бозмонад (нуқтаи В), он гоҳ ҚЭХ ба сифр баробар мегардад ($E_a = 0$) ва ҷараён дар муҳаррик ба

$$I_{ак} = \frac{U}{\sum r} \quad \text{баробар мешавад.}$$

Агар муҳаррик барои ба ҳаракат овардани механизм пешбини шуда бошад, ки моменти борбастии кадоме калон аз моменти даврзананда бошад (масалан, ҳаракатовари дастгоҳи намуди силиндри, ки ба он симтаноб - трос печонида мешавад), он гоҳ дар мавриди боз зиёд шудани моменти борбастшуда якори муҳаррик боз ба гардиш меафзояд ва ба самти муқобил. Акнун моменти ба наварди мошина аз ҷониби дастгоҳ таъсиркунанда моменти даврзананда ба ҳисоб рафта моменти электромагнитии мошина бошад тормозӣ мегардад, яъне мошини электрӣ ба реҷаи боздоштӣ мегузарад. Дар мавриди амал намудани мошини электрӣ дар ин реҷа ҚЭХ-и якор ҳамсамт бо шиддати манбаъ амал мекунад, яъне

$$I_a = \frac{U + E_a}{\sum r}. \quad (7.17)$$

Дар мавриди истифода бурдани мошини электрӣ дар реҷаи боздоштӣ бояд ҷорабиниҳо барои маҳдуд

намудани бузургии ҷараёни якор пешбинӣ карда шавад. Бо ин мақсад ба занчири якор муқовимати иловагӣ васл карда мешавад, ки андозаи он барои гирифтани характеристикаи сунъӣ, ки меҳвари уфуқиро бо бузургии ҷараёни якор I_a ном $\leq I_{ак}$ бурида гузарад, мувофиқат намояд (хатти рости кандашаванда).

Агар дар мавриди амали муҳаррик дар речаи гашти б.б. ба наварди \bar{y} моменте гузошта шавад, ки самти он ба самти гардиши якор мувофиқат намояд, он гоҳ суръати гардиш инчунин мутаносибан ҚЭХ ба зиёдшави майл мекунад. Вақте, ки $E_a = U$ мегардад мошина аз манбаъ ҷараён истеъмол намекунад (нуқтаи С) ва суръати гардиши якор ба суръати сарҳаддӣ гардиш мерасад.

Дар ҳолати боз ҳам зиёд намудани моменти беруна ба наварди мошина қиммати E_a калон аз шиддати манбаъ U гашта дар занчири якор боз ҷараён пайдо мегардад, ки самти он баръакс мебошад. Дар ин ҳолат мошина ба речаи генератор мегузарад: нерӯӣ механикӣ барои гардиши якор сарфшаванда ба нерӯӣ электрӣ табдид ёфта ба манбаъи ҷараён равона мегардад.

Гузaronидани мошини электрӣ аз речаи муҳаррикӣ ба речаи генераторӣ барои боздоштани муҳаррик истифода бурда мешавад, чунки дар речаи генераторӣ

моменти электромагнитӣ тормозкунанда мебошад (тормозкунии рекунепативӣ).

7.4 Шартҳои устувор амал намудани муҳаррик

Хусусиятҳои истеъмолкунии муҳаррикҳои ҷараёни доимӣ хело баланд бо вобастагии суръати гардиш аз моменти даврзананда $M = M_0 + M_2$ муайян карда мешаванд. Ин вобастагӣ ба намуди графикаи бо хarakterистикаи механикии муҳаррик $n = f(M)$ дар мавриди $U =$ доимӣ ва $r_p =$ доимӣ ифода меёбад.

Ибораи (7.5)-ро дигаргун намуда ҳосил менамоем:

$$n = \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{I_a \cdot \sum r}{C_e \cdot \Phi} \quad (7.18)$$

ба ин ифода қимати ҷараёнро ҳамчун $I_a = \frac{M}{C_M \cdot \Phi}$ гузошта ҳосил менамоем:

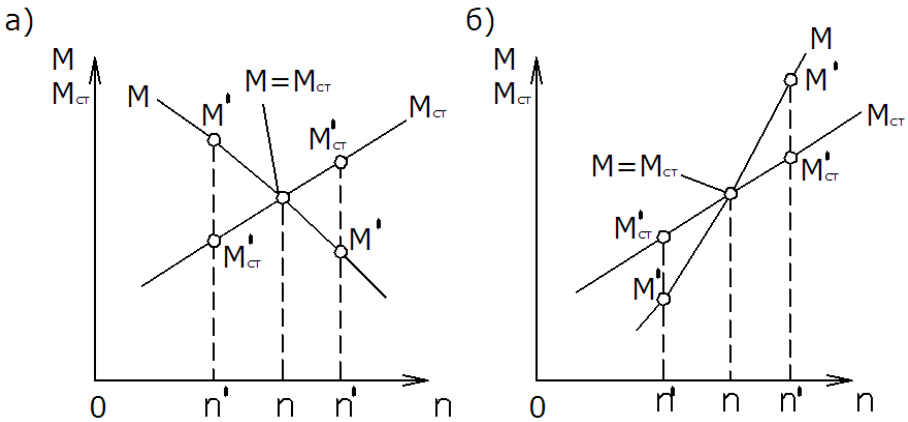
$$n = \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{M \cdot \sum r}{C_e \cdot C_M \cdot \Phi^2} = n_0 - \Delta n \quad (7.19)$$

Аз ифодаи (7.19) бармеояд, ки ба хarakterистикаи механикии муҳаррик асосан бузургии сели майдони магнитии фойданок Φ таъсир менамояд.

Муҳаррик бо суръаим доимӣ давр мезанад агар моменти электромагнитии ҳосилшуда ба моменти аксуламал (моменти статикӣ) баробар гардад

$$M = M_{ст} . \quad (7.20)$$

Амали устувори муҳаррик мумкин аст дар ҳолати иҷро намудани баъзе шартҳо. Барои тасвир намудани ин гуфтаҳо графикҳои моменти электромагнитӣ $M = f(n)$ ва статикиро $M_{ст} = f(n)$ дида мебароем, ки онҳо дар расми 7.5 оварда шудаанд. Нуқтаи бурриши ин хатҳо мутобиқат ба амали устувори муҳаррик мебошад ($M = M_{ст}$). Дар ҳолати тасодуфан тағйир ёфтани суръати гардиш, масалан аз « n » то « n' », баробарии (7.20) ӯро нагашта моменти аксуламали $M'_{ст}$ аз моменти даврзананда калон мешавад. Ин ба кам шудани суръати гардиш то « n » меоварад, ки дар ин ҷо $M = M_{ст}$.



Расми 7.5. Оид ба устувори амали муҳаррик

Ҳамин тавр, дар мавриди тасодуфан кам шудани суръати гардиш « n », масалан то қимати « n' », моменти даврзананда M'' калон аз моменти аксуламал $M''_{ст}$ мегардад ва яқори муҳаррик дорой шитоб гашта суръати гар-

дишро ба ҳолати аввала бармегардонад. Аз ин бармео-
яд, ки дар мавриди таъсир намудани яке аз омилҳои ха-
лалрасон муҳаррик устувор амал менамояд.

Агар характеристикаҳои $M = f(n)$ ва $M_{CT} = f(n)$ до-
рои намуди хатҳои дар расми 7.5,б тасвир ёфта бошанд
он гоҳ амали муҳаррик ноустувор мегардад. Дар
ҳақиқат, дар ҳолати тасодуфае тағйир ёфтани суръати
гардиш аз « n » то « n' », моменти даврзанандаи барзиёд
 M' боиси боз ҳам зиёд гардидани суръати гардиш ме-
гардад. Вале агар тасодуфан тағйир ёфтани суръати гар-
диш аз « n » то « n'' » гардад, он гоҳ моменти аксуламали
барзиёд ба боз ҳам кам гаштани суръати гардиш меова-
рад, яъне амали муҳаррик ноустувор мегардад.

Умуман шарти устувори амал намудани муҳар-
рикро чунин тасвир додан мумкин: *дар мавриди афзу-
дани суръати гардиш афзоиши моменти даврзананда
бояд на камтар аз афзоиши моменти аксуламал бошад,
яъне*

$$\frac{dM}{dn} < \frac{dM_{CT}}{dn} \text{ бошад.} \quad (7.21)$$

Аслан барои ба ҷо овардани ин шарт зарур аст,
ки афзуншавии суръати гардиши муҳаррик якҷоя бо
камшавии моменти даврзананда ба вуқӯъ ояд (расми
7.5, а).

7.5 Ба кор даровардани МЧД

Бузургии чараён дар якор аз формулаи зерин му-
айян карда мешавад

$$I_a = \frac{U - E_a}{\Sigma r}.$$

Дар мавриди доимӣ будани шиддати ҷараён U ва муқовимати пурра Σr ҷараёни якор аз бузургии ҚЭХ-и аксуламал E_a вобаста мебошад. Бузургии максималии худро ҷараён дар якор дар вақти ба кор даровардан ҳосил менамояд. Дар лаҳзаи авали ба кор даровардан якори мошина беҳаракат аст ($n = 0$) ва дар печайи он ҳоло ҚЭХ ҳосил нагардидааст (ангезонида нашудааст). Бинобар ин дар ҳолати бевосита пайваст намудани муҳаррик ба манбаи ҷараён дар печайи якори он ҷараёни ба кор даровардан (пусковой) ҳосил мегардад, ки бузургии он ба

$$I_a^* = \frac{U}{\Sigma r}$$

баробар мебошад.

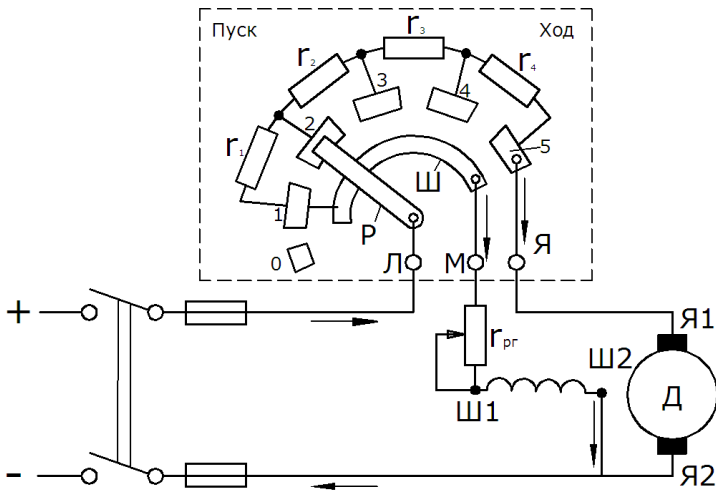
Одатан бузургии муқовимати пурраи занҷири якор Σr хурд мебошад, бинобар ин бузургии ҷараёни ба кор даровардан нораво ниҳоят калон мегардад (10 – 20 маротиба калон аз қимати ҷараёни номиналӣ). Ин миқдор ҷараёни калон барои муҳаррик хатарнок мебошад: \bar{u} метавонад дар коллектор алови даврзанандаро ба вучуд орад; ҷараёни калон мутаносибан моменти калони ба кор дароварданро ҳосил менамояд, ки он зарбадор ба қисмҳои даврзананда мебошад ва он метавонад ба садамаи механикӣ оварда расонад; ин ҷараён ба афтиши шиддати калон дар шабака меоварад, ки он ба дигар истеъмолкнандагони нерӯи электрии ба ин шабака пайваст зарар мерасонад. Бинобар ин бевосита ба

кор даровардани муҳаррикҳои ҷараёни доимӣ одатан дар муҳаррикҳои иқтидорашон на калон аз 0,7-1,0 кВт истифода мешавад. Дар ин муҳаррикҳо бо туфайли калон будани муқовимати печай якор ва хурд будани вазни қисми даврзананда қимати ҷараёни ба кор даровардан нисбатан кам мебошад (3-5 маротиба калон аз бузургии ҷараёни номиналӣ) кадоме барои муҳаррик хатарнок намебошад.

Оид ба кор даровардани муҳаррикҳои иқтидорашон калон бояд қайд намуд, ки барои як миқдор маҳдуд намудани афзуншавии ҷараёни якор онҳо ҳатман бо истифода аз реостатҳои ба кор даровардан, ки пай дар пай бо якор пайваст карда мешаванд, ба кор дароварда мешаванд ва онро усули реостати ба кор даровардан меноманд.

Пеш аз ба кор даровардани муҳаррик бояд дастаки Р-и релатро ба мавқеи васлаки холи «0» (расми 7.6) гузоштан лозим. Баъди пайваст намудан ба манбаи ҷараён онро ба мавқеи васлаки «1» гузоштан лозим, то ки печай якор ба манбаи ҷараён бо воситаи муқовимати калонтарини реостат ($r_p = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$) пайваст гардад.

Дар баробари ин бо воситаи дастаки Р ва шинкаи Ш печай ангеzonанда ба манбаи ҷараён васл карда мешавад ва бузургии ҷараёни ангеzonанда новобаста аз мавқеи дастаки Р бетағйир мемонад.



Расми 7.6. Тарҳи бо ёрии реостат ба кор даровардани муҳаррик

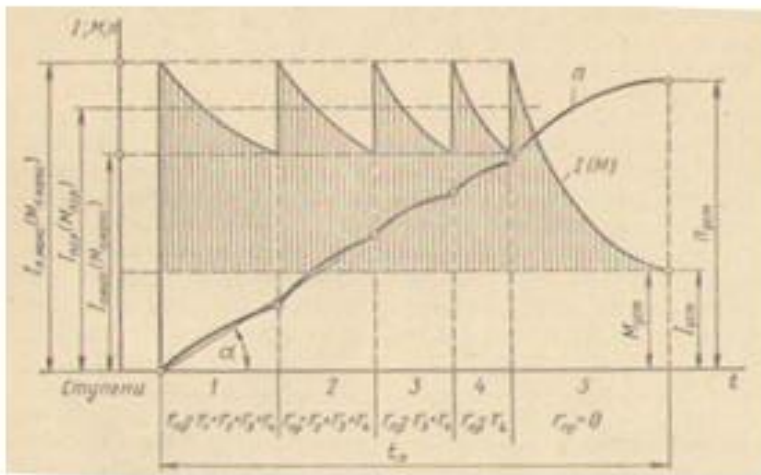
Қимати ҷараёни якор дар мавриди пурра васл гаштани муқовимати реостат ба

$$I_a = \frac{U - E_a}{\sum r + r_p} \quad (7.22)$$

баробар мегардад.

Бо пайдо гаштани ҷараёни ба кор даровардани бузургиаш калониарин I_a макс momenti калонтарини ба кор даровардан M_a макс низ ҳосил мегардад, ки бо таъсири он якори мошина ба давр задан шурӯъ менамояд. Дар ин маврид бо афзун шудани суръати гардиши якор бузургии ҚЭХ-и ақсуламал низ афзудан мегардад.

рад $E_a = c_e \cdot \Phi \cdot n$ дар натиҷа ҷараён ва моменти ба кор даровардан кам мешаванд.



Расми 7.7. Раванди гузаранда дар мавриди бо реостат ба кор даровардани муҳаррик

Дар расми 7.7 диаграммаи тағйирёбии ҷараён, суръати гардиш, моменти ба кор даровардан дар раванди ба кор даровардани муҳарриқи ҷараёни доимӣ бо печай ангезонандаи пайвасти мувозӣ оварда шудааст. Тағйирёбии муқовимати реостат, ҷараёни якбор, моменти ба кор даровардан ва суръати гардиши якбор дар ҳар як зинаи ба кор даровардан тасвир ёфтааст. Бо сабаби он, ки дар раванди ба кор даровардани муҳаррик сели майдони магнитӣ доимӣ мебошад ($\Phi = \text{доимӣ}$) ва моменти ба кор даровардан мутаносиб ба ҷараён аст,

графики тағйирёбии момент ва ҷараён якхела мебошанд.

Дар ҳолати дастаки Р-ро ба зина дуюм «2» гузаронидан муқовимати реостат кам гашта $r_p = r_2 + r_3 + r_4$ қимати ҷараён ва момент боз меафзояд. Ин ба афзун шудани суръати гардиш ва ҚЭХ-и аксуламал меоварад. Дар мавриди бузургии ҷараён хурд гашта ба қимати I_a камтарини худ мерасад, боз дастаки Р-ро ба зинаи дигар гузаронидан мумкин мегардад. Ҳамин тавр сеюм ва чаҳорум зинаҳоро гузашта муҳаррик ба суръати номиналии худ мерасад, яъне раванди ба кор даролвардан ба охир мерасад ва дастаки Р ба мавқеи «5» гузошта мешавад.

Мӯҳлати вақти мавқеи ниғаҳдории дастаки Р дар ҳар як зина чунон интиҳоб карда мешавад, ки бузургии ҷараёнҳои камтарин ва калонтарин I_a мин ÷ I_a макс аз меъёри муайян зиёд нашаванд. Бояд тазаккур дод, ки бузургии ҷараёни калонтарин аз ҳисоби андозаи маҳдуд кардани қимати ҷараёни ба кор даровардан ва бузургии ҷараёни камтарин бошад аз ҳисоби ҳосил намудани моменти кофии даврзананда интиҳоб карда мешаванд. Аслан мӯҳлати вақти зинаи аввал каме бисертар нисбат ба вақти дигар зинаҳо мебошад. Гузаронидани дастаки реостат ба зинаи охири «5» чунон интиҳоб карда мешавад, ки ҚЭХ-и аксуламал бояд калон шуда дар мавриди муқовимати реостат ба сифр ба-

робар шудан чараёни якор аз бузургии чараёни максималӣ калон намегардад. Баъд муҳаррик ба речаи амали номиналии худ мегузарад.

Ҳамин тавр, дар раванди ба кор даровардани муҳаррик ба якори он моменти ба кор даровардан таъсир менамояд, ки бузургии миёнаи он ба

$$M_{\text{миёна}} = 0,5 \cdot (M_{\text{макс}} + M_{\text{мин}})$$

баробар буда, он барои суръат гирифтани муҳаррик бо тезии $\tan \alpha$ кофӣ бошад.

Муҳлати вақти реостати ба кор даровардани муҳаррик аз иқтидори муҳаррик, моменти инерсияи якор ва қисмҳои даврзанандаи дастгоҳи иҷроқунанда вобаста мебошад.

Муқовимати реостати ба кор дароваранда одатан чунин интиҳоб карда мешавад, то ки қимати калонтарини чараёни ба кор дароваранда на калон аз ду ва се маротиба калон аз чараёни номиналӣ бошад.

Бо сабаби он, ки бузургии моменти ба кор дароваранда мутаносиб ба бузургии сели майдони магнитӣ мебошад пас дар мавриди ба кор даровардани муҳаррикҳои дорои печай ангезонандаи пайвасти мувозӣ ва омехта барои осон гардонидани ба кор даровардани онҳо муқовимати реостат дар занҷири ангезонанда бояд пурра бароварда шавад. Дар ин маврид сели майдони магнитӣ ва мутаносибан моменти ба кор дароваранда

калон гашта суръати лозимаро барои муҳаррик муҳайё месозанд.

Барои ба кор даровардани муҳаррикҳои иқтидорашон калон истифодаи реостатҳо ғайриматлуб мебошад, чунки он ба талафоти калони нерӯи электрии меоварад ва андозаи онҳо ниҳоят калон мешавад. Бинобар ин барои ба кор даровардани муҳаррикҳои иқтидорашон калон дигар усул – паст намудани бузургии шиддати ҷараёни манбаъ истифода бурда мешавад.

Мисол.

Дар мавриди номиналӣ борбаст будани муҳаррики ҷараёни доимӣ иқтидор дар пайвандакҳои он ба $P_{\text{ном}} = 10$ кВт аст. Муҳаррик аз манбаи ҷараёни доимии шиддаташ 110 В амал менамояд ва муқовимати занҷири якори он ба $\Sigma r = 0,08$ Ом баробар мебошад.

1. Бузургии ҷараёни ба кор даровардани муҳаррикро дар ҳолати бевосита пайваस्त намудани он ба манбаъ муайян намуда, онро нисбат ба бузургии ҷараёни номиналӣ муқоиса намоед.
2. Муқовимати реостати ба кор даровардани муҳаррикро барои кам намудани ҷараёни нисбии ба кор даровардан то 2,5 маротиба ҳисоб намоед.

Ҳалли мисол.

1. Бузургии ҷараёни печай якор баробар ба

$$I_a^* = \frac{U}{\sum r} = \frac{110}{0,08} = 1375 \text{ А.}$$

Чараёни номиналии муҳаррик баробар ба

$$I_{НОМ} = \frac{P_{1\text{НОМ}}}{U} = \frac{10 \cdot 10^3}{110} = 91,0 \text{ А.}$$

Чараёни ба кор дароваранда нисбат ба чараёни номиналӣ

$$\frac{I_a^*}{I_{НОМ}} = \frac{1375}{91} = 15 \quad \text{яъне чараёни ба кор даро-}$$

варанда 15 маротиба калон аз чараёни номиналии муҳаррик мебошад.

2. Ҳисоби бузургии муқовимати реостат:

$$\frac{I_a^*}{I_{НОМ}} = 2,5 \text{ аз ин чо } I_a^* = I_{НОМ} \cdot 2,5 = 91 \cdot 2,5 = 227,5 \text{ А}$$

Истифода аз формулаи (7.22) бузургии муқовимати реостатро дар мавриди $E_a = 0$ будан ҳисоб менамоем

$$r_p = \frac{U}{I_a^*} - \sum r = \frac{110}{227,5} - 0,08 = 0,4 \text{ Ом.}$$

7.6 Боздории муҳаррикҳои чараёни доимӣ

Дар мавриди пайдо гаштани зарурият ба боздоштани муҳаррикҳои электрии чараёни доимӣ ва ё суст намудани басомади гардиши онҳо усулҳои гуногуни боздории муҳаррик истифода меёбанд, ки бо воситаи тормозҳои механикӣ ва ё бо истифодаи моменти элек-

тромагнитии мошинҳои электрӣ (боздории электрӣ) ба амал бароварда мешаванд.

Боздории мошинҳои электрӣ се намуд буда метавонанд: рекуперативӣ, динамикӣ ва пайвасти баракс.

Боздории рекуперативӣ. Боздории рекуперативӣ яке аз намудҳои боздошти гардиши сарфакор ба ҳисоб меравад, чунки амали он дар гузаронидани речаи кори муҳаррик ба речаи генератор бо содирот намудани нерӯ ба шабакаи электрӣ асос карда шудааст. Дар мавриди моменти беруна дар наварди муҳаррик даврзанонанда будан суръати гардиши он калон аз суръати гардиши сарҳади – n_0 мегардад ва ҚЭХ-и якор - E_a нисбат ба шиддати манбаъ - U калон мешавад. Дар ин сурат ҷараёни якор – I_a самти худро дигар месозад ва мошина ба речаи генератор мегузарад. Моменти электромагнитии мошина ҳамчунон самти худро дигар намуда, нисбат ба моменти беруна муқобил, яъне тормозӣ мегардад. Бузургии моменти тормозӣ бо бузургии ҷараёни ангезонанда ба танзим дароварда мешавад.

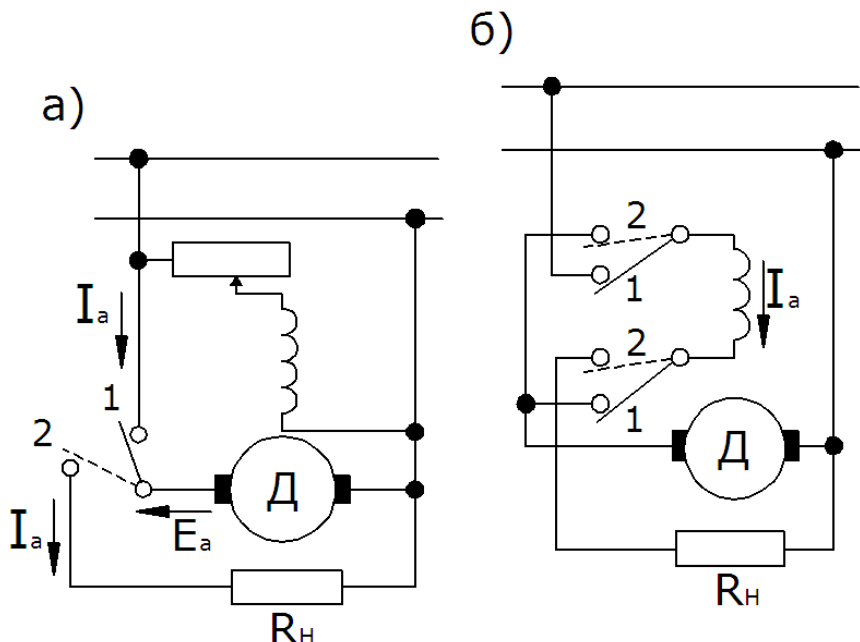
Камбудии усули боздории рекуперативӣ дар он аст, ки онро танҳо дар суръатҳои гардиши калон (калон аз n_0) истифода бурдан мумкин аст. Бузургии суръати гардиши сарҳадиро аз ҳисоби зиёд намудани ҷараёни ангезонанда кам намудан имконпазир аст, вале бисёр кам намудани n_0 вобаста ба сершавии занҷири магнитии мошина мебошад. Дар мавриди дастрас будани ба

танзим даровардани шиддати чараёни манбаъ он гоҳ дар мавриди боздории муҳаррик шиддати чараёни манбаро кам намуда, онро дар суръатҳои камтарин ба речаи боздории рекуперативӣ гузаронидан имконпазир мебошад.

Боздории рекуперативӣ, яъне гузаронидани муҳаррик ба речаи генератор, мумкин аст танҳо дар мошинҳои пайвастигии печай ангезонанда ба таври мувозӣ (мустақил) ва ё омехта (компаундӣ). Дар пайвастигии муттасилӣ характикаи механикии мошина меҳвари координатаи амуди ро намебурад (расми 7.8) ва бо афзоиш додани суръати гардиш ҚЭХ-и муттақобил зиёд гардида, ба кам гаштани сели майдони магнитӣ меоварад. Бинобар ин ҚЭХ-и мошина метавонад танҳо ба бузургии шиддати манбаъ, яъне ба меҳвари координатии амудӣ наздик шавад, вале аз он калон шуда наметавонад. Боздории рекуперативӣ дар муҳаррики дорои ангезонандаи муттасилӣ танҳо дар мавриди гузаронидани пайвасти печай муттасилии он ба намуди пайвасти мустақил (дар мавриди ба речаи тормозӣ гузаштан) ва пайвасти намудани ин печай ба генератори махсус (генератори ангезонанда) мумкин мебошад.

Боздории динамикӣ. Усули боздории динамикӣ ба ҷудо намудани печай якори мошина аз манбаъи чараён ва пайвасти намудани он ба муқовимати борбаст асос шудааст. Дар ин маврид нерӯи механикии қисмҳои

давранандаи мошина ба нерӯи электрӣ табдил ёфта дар навбати худ он ба нерӯи гармӣ дар муқовимати борбастшуда ва дигар қисмҳои занҷири якор табдил мегад.



Расми 7.8. Тарҳи боздошти динамики дар муҳаррики ангиши мувозӣ ва ангиши ҳаммаслак (1-речаи корӣ; 2-речаи боздорӣ)

Дар боздошти динамикӣ самти ҷараёни якор тағйир ёфта momenti электромагнитии он ҳосилкунанда ба қисмҳои давранандаи мошина ҳамчун momenti тормозӣ таъсир менамояд. Шиддатнокии боздошти ди-

намикиро аз ҳисоби тағйир додани бузургии чараёни ангеzonанда ба танзим даровардан мумкин аст.

Дар мавриди истифода бурдани боздошти динамикӣ дар муҳаррикҳои дорои печай ангеzonандаи мутасилии барои рух надодани ҳодисаи ғайримагнитноккунии мошина бояд пайвастигии печай ангеzonанда дигаргун карда шавад то ки дар раванди боздошти динамикӣ самти чараёни он бетағйир монад.

Боздории пайвасти баракс. Ин усул бештар дар мавриди зарурият ба тез-тез истифода бурдани боздории ҳаракат ва дигаргун намудани самти гардиши муҳаррик истифода меёбад. Ин усул ба тағйир додани самти чараён дар печай ангеzonанда ва ё самти чараён дар печай якор ва бо ин дигаргун намудани самти моменти электромагнитии муҳаррик, кадоме моменти тормозӣ мегардад, асос карда шудааст. Боздории пайвасти баракс асосан барои бо зудии тағйир додани самти гардиши муҳаррик (реверсирование) пешбини шудааст ва он дар бисёр ҳолатҳо барои ин амал истифода меёбад.

7.7 Коэффитсиенти кори фоиданоки МЧД

Дар мошини чараёни доимӣ талафотҳои зерини энергия вучуд доранд:

- 1) талафоти магнитӣ дар дилаки (пӯлоди) якор P_c ва дар сатҳи рӯи пайкони қутбҳо P_n ;
- 2) талафоти механикӣ аз ҳисоби соишхӯрӣ дар: под-шипникҳо, қисмҳои даврзананда бо ҳаво (ба ин гурӯҳ инчунин ворид мешаванд талафоти вентилятсионӣ-дар ҳолати мавҷуд будани вентилятор), шӯткаҳо бо коллектор, $P_{\text{мех}}$;
- 3) талафотҳои электрӣ дар занҷири якор ва печай он инчунин дар раванди алоқаи гузариши чараён аз шӯткаҳо, P_{Σ} ;
- 4) талафотҳо дар занҷири ангеzonанда;
- 5) талафотҳои иловагӣ, $P_{\text{лоб}}$.

Талафотҳои ду гурӯҳӣ аввала ($P_c + P_n + P_{\text{мех}} = P_0$) талафотҳои гашти б.б.-ро ташкил медиҳанд, чунки ҳамин миқдор иқтидорро мошина дар гашти бе бунёд истеъмол менамояд.

Талафотҳои электрӣ ба

$$P_{\Sigma} = I_a^2 \sum r_x + 2\Delta U_{\text{ш}} I_a \quad (7.23)$$

баробар аст, ки дар ин ҷо $\sum r_x$ — ҷамъи муқовиматҳои занҷири печайҳои якор, ки ба ҳарорати 75°C оварда шудаанд; $2\Delta U_{\text{ш}} I_a$ — афтиши шиддат дар алоқаи гузариши чараён аз шӯткаҳо, ба: 2 В барои шӯткаҳои ангиштӣ, графитӣ ва электрографитӣ, 0,6 В барои шӯткаҳои аз омехтаи металл ангиштӣ баробар қабул карда мешавад.

Талафот дар занҷири ангеzonандаи пайвасти мувозӣ ба $P_v = UI_v$ баробар буда, дар занҷири ангеzonандаи пайвасти ҳаммаслак бошад дар якҷоягӣ бо та-

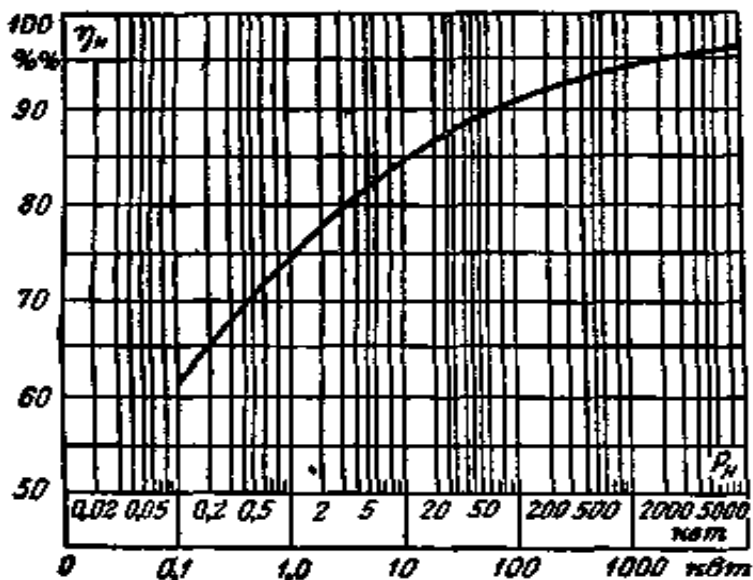
лафотҳои электрӣ дар занҷири якор P_{Σ} , муайян карда мешавад. Талафотҳои иловагӣ дар печачо ва пӯлоди дилаки якори мошини борбастгардида аз ҳисоби майдони сексияҳои коммутатсияшаванда ва амали якор, ки майдонро табоҳ менамояд, ба вуҷуд меояд. Онҳоро дар ҳолати борбасти номиналӣ доштани мошин бе печачаи талофӣ (компенсатсионӣ-эҳтиётӣ) ба $P_{\text{доб}} = 0,01 U_n I_n$, барои мошини дорои печачаи талофӣ бошад $P_{\text{илова}} = 0,005 U_n I_n$ баробар қабул менамоянд ва ба эътибор гирифта мешавад, ки онҳо мутаносиб ба квадрати ҷараёни I_a мебошанд.

Коэффитсиенти кори фойданоки муҳаррик ба

$$\eta_d = \frac{P_2}{P_1} = \frac{UI - \Sigma P}{UI} = 1 - \frac{\Sigma P}{UI}, \quad (7.24)$$

баробар аст, ки дар ин ҷо ΣP — ҳосили ҷамъи ҳама талафотҳо дар мошина аст.

Бузургии ККФ —и мошинҳои ҷараёни доимии замонавӣ вобаста ба иқтидори номиналиашон ба намуди вобастаги дар расми 7.9 оварда шудааст.



Расми 7.9. Коэффитсиенти кори фоиданоки мошинҳои
чараёни доимӣ

Аз расми 7.9 бармеояд, ки то чи андозае иқтидори МЧД калон бошад ККФ-и он нисбатан калон аст. Масалан, МЧД-и иқтидораш 0,2 кВт дорои ККФ-и 65% буда, МЧД-и иқтидораш 1000 кВт бошад дорои ККФ-и 94% мебошад.

Саволҳои санҷишӣ

1. Муҳарриқи ҷараёни доимӣ (МЧД) чист?
2. Дар МЧД самти моменти даврзанада ва моменти борбаст чӣ тавр мебошанд?
3. Суръати гардиши МЧД-ро чӣ тавр муайян намудан мумкин аст?
4. Суръати гашти холии МЧД-ро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?
5. Суръати гардиши МЧД аз чиҳо вобастагӣ дорад?
6. Агар бузургии шиддати манбаъ кам шавад суръати гардиш кам мегардад ё ин кӣ зиёд?
7. Агар бузургии сели майдони магнитии мошина кам гардад пас суръати гардиш зиёд мегардад ё ин ки кам?
8. Хarakterистикаҳои электромеханикии МЧД аз хarakterистикаи механикии он фарқ дорад ё не?
9. Талафоти пурраи МЧД аз кадом қисмҳо иборат аст?
10. Талафоти электрикӣ дар МЧД доимӣ мебошад ё ин тағйирёбанда ва барои чӣ?
11. Коэффитсиенти кори фойданоки МЧД аз чӣ вобастагӣ дорад?
12. Мувозинати моментҳо мутобиқ ба кадом қонун муайян карда мешавад?
13. Шартҳои устувор амал намудани МЧД аз чӣ вобастагӣ дорад?

14. Кори устувории МЧД-ро чӣ тавр муайян намудан мумкин аст?
15. Бо кадом усулҳо МЧД-ро ба кор медароранд ва барои чӣ?
16. Тарзи бо реостати иловагӣ ба кор даровардани МЧД-ро фаҳмонед?
17. Бо кадом роҳҳо МЧД-ро боздоштан мумкин мебошад?
18. Боздории рекуперативӣ гуфта кадом намуд боздорино меноманд?
19. Боздории динамикӣ дар МЧД чӣ тавр ба амал бароварда мешавад?
20. Боздории пайвасти баракс дар истеҳсолот барои чӣ бештар истифода меёбанд?
21. Коэффитсиенти кори Ҷоиданоки МЧД чӣ тавр муайян карда мешавад?
22. Кадом намуд талафотҳо талафотҳо тағйирёбанда ҳисобида мешаванд?
23. Кадом намуд талафотҳо талафотҳои дойимӣ номида мешаванд?