

Боби 5. Амали якор (индувӣ)

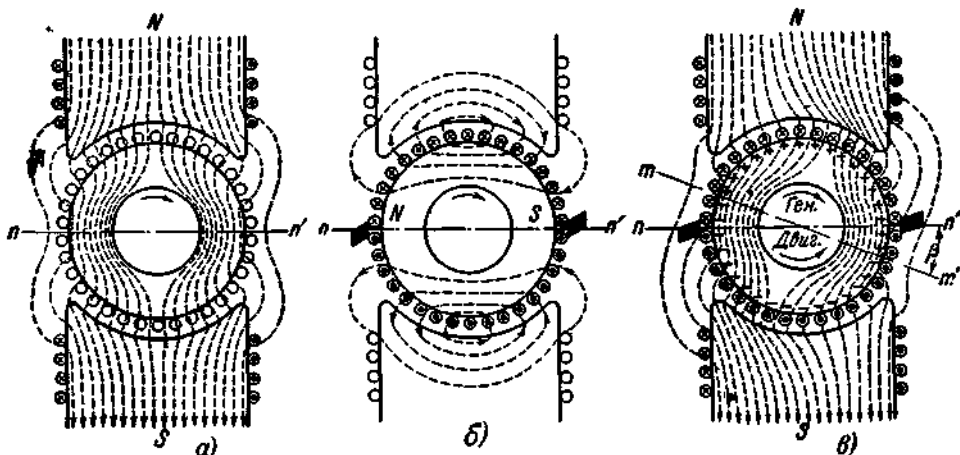
5.1. Гашти холи

Дар гашти бе бунёд (б.б.)-и мошини ҷараёни доимӣ (МЧД) майдони магнитӣ дар он танҳо аз ҷониби печай ангезонанда ҳосил карда мешавад, ҷунки танҳо дар ин печаҳо ҷараён мавҷуд асту халос. Дар мавриди борбаст намудани мошина дар печаҳои якори он низ ҷараён ҷорӣ мегардад, ки қувваи магнитнокгардонии он майдони магнитии мошинро тағйир медиҳад, ки онро аввалин маротиба Э.Х.Ленс мушоҳида намудааст.

Таъсири қувваи магнитнокгардонии печай якор ба майдони магнитии МЧД амали якор (реаксияи якор) ном гирифтааст. Бо воситаи нақшаи дар расми 5-1 овардашуда мо метавонем то чи андоза тағйир ёфтани майдони магнитии мошинро дар натиҷаи таъсири амали якор муайян намоем. Дар расми 5.1, а майдони магнитии МЧД дар гашти б.б., ки танҳо аз қувваи магнитнокгардонии печай ангезонанда ҳосил шудааст ва дар расми 5.1, б бошад майдони магнитии танҳо аз қувваи магнитнокгардонии якор тасвир ёфтаанд. Бояд тазаккур дод, ки ин намуд майдони магнитӣ дар мавриди будани ҷараён танҳо дар печаҳои якор ҳосил шуда метавонад. Дар ин ҳолат якор худ ба электромагнит табдил меёбад ва қувваи магнитнокгардонии \bar{y} доимо ҳамсамт бо хати ҷойгиршавии шўткаҳо мебошад.

Шўткаҳоро дар нейтралӣ геометрӣ ҷойгир менамоем, яъне дар хати амудӣ ба тири кутбҳо. Дар ин маврид ҷараён дар ноқилҳои болои ва поёнии печай якор самтҳои ба ҳам муқобилро доранд. Қувваи магнитнокгардонии якор, ки дар самти хати шўткаҳо амал мена-

мояд калонтарин мебошад чунки ин хатҳои магнитӣ миқдори бештари ҷараёни умумиро дарбар мегирад. Дар оянда қувваи магнитнокгардонӣ кам мегардад ва дар мобайни қутбҳо ба сифр баробар мешавад. Ин камшавиро тақрибан бо қонуни хати рост тасвир наму-

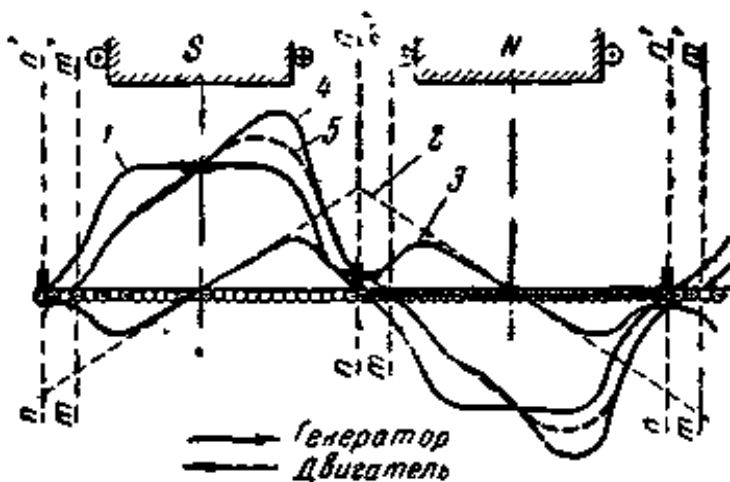


Расми. 5.1. Амали якор дар мавриди шўткаҳо дар хати нейтралӣ геометрӣ ҷойгир будан

a — майдони магнитӣ дар гашти б.б.; *б* — майдони магнитии якор, *в* — майдони магнитӣ дар ҳолати борбаст будани МЧД (nn' — нейтралӣ геометрӣ, mm' — нейтралӣ электрӣ-физикӣ)

дан мумкин аст, чунончи дар расми 5.2, ки дар он хати 2 магнитнокгардонии якорро нишон медиҳад ва бузургии он мутобиқан ба магнитнокгардонии як қутб (ним даври гардиш) баробар мебошад.

Дар расми 5.1, в майдони магнитии мошини борбастшуда тасвир карда шудааст. Аз он бармеояд, ки дар натиҷаи амали якор майдони магнитии он, дар речаи генератор, тағйир ёфтааст: майдони магнитӣ аз ҷониби ба қутб наздикшаванда пурзӯр гардида дар ҷониби аз қутб дуршаванда бошад суст мегардад.



Расми. 5.2. Амали якор дар ҳолати шӯткаҳо дар нейтралӣ геометрӣ ҷойгир будан.

1 — хатти тағйирёбии майдони магнитӣ дар гашти б.б.,
 2 — хатти магнитнокгардони якор; 3 — хатти тағйирё-
 би майдони якор; 4 — хатти тағйирёбии майдони
 натиҷавӣ бе дарназардошти тағйирёбии сершавӣ, 5 —
 хатти тағйирёбии майдони ҳақиқии мошинаи борбаст-
 шуда (nn' — нейтралӣ геометрӣ, mm' — нейтралӣ
 электрӣ).

Дигар натиҷаи амали якорро дар ҷойивазшавии нейтралӣ электрӣ дар мошин дидан мумкин аст, яъне хате, ки аз нуқтаҳои дар давраи якор ҷойгиршуда ва индуксияи магнитӣ дар онҳо баробар ба сифр буда, мегузарад.

Дар гашти б.б. нейтралҳои электрӣ ва геометрӣ ба ҳам мувофиқ меоянд. Дар мавриди борбаст шудани мошина нейтралӣ электрӣ нисбат ба нейтралӣ геометрӣ тахти кунҷе ҷойгир мегардад, ки самти он мувофиқ ба самти гардиш дар речаи амали генератор, муқобил ба самти гардиш дар речаи амали муҳаррик мебошад (бо дарназардошти дар расми 5.1, в самтҳои майдони магнитӣ ва ҷараён дар печай якор овардашуда ва дар речаи амали муҳаррик якор ба самти муқобил давр задан).

Дар расми 5.2 вобастагиҳои тағйирёбии майдони магнитии мошин дар гашти б.б. ва борбастшуда, инчунин вобастагии тағйирёбии майдони магнитии якор тасвир ёфтаанд. Агар вобастагии майдони магнитии мошинро дар речаи борбастшуда бо истифода аз усули гузориш муайян намудан хоҳем, яъне ҳамчун ҳосили ҷамъи ординатаи вобастагии майдони магнитӣ дар гашти б.б.-1 ва ординатаи вобастагии майдони магнитии якор-3, он гоҳ ҳосил намудани вобастагии натиҷавии майдони магнитӣ дар мошин мушкили надорад, вале дар ин ҳолат истифодаи усули гузориш ба хатогиҳо оварда мерасонад, чунки майдони магнитӣ дар пӯлоди ферромагнитӣ ба бузургии ҷараён мутаносиби хаттӣ нест. Бинобар ин, вобастагии аслии майдони магнитии мошини борбастшуда-5 аз вобастагии натиҷавии

ҳосилшуда-4 фарқ дорад. Вобастагии -5 нишон медиҳад, ки сустшавии майдони магнитӣ дар поёни нимаи наздикшаванда ба қутб зиёдтар нисбат ба афзоиши майдони магнитӣ дар поёни нимаи дуршаванда аз қутб мебошад (бо сабаби сершавии асосан дандонаҳои якор). Дар натиҷа майдони магнитии асосӣ суст мегардад ва ин мутаносибан ба суст шудани сели майдони магнитии асосӣ меоварад, ки он бузургии ҚЭХ-ро дар якор муайян менамояд.

Камшавии ҚЭХ-и якор дар ҳолати шӯткаҳо дар нейтралӣ геометрӣ будан инчунин натиҷаи ивазшавии мавқеи нейтралӣ электрӣ мебошад, чунки дар ин ҳолат инчунин ба шохаҳои пайвасти мувозӣ ноқилҳои дорои ҚЭХ-и мутақобил низ вориданд (нигар ба расми 5.1, в, ки дар ин ҷо самти ҚЭХ-ҳои дар ноқилҳои якор ангезонидашударо бо аломатҳои салибча ва хатча дар дохили якор, ишорат карда шудаанд).

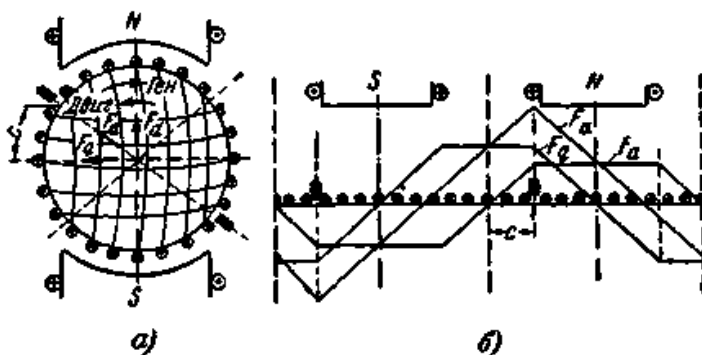
Дар мошинҳои иқтидорашон аз 0,3 кВт зиёд одатан қутбҳои иловагӣ истифода бурда мешаванд, оиди вазифаи онҳо дар [2] ахбороти мукамал оварда шудааст. Онҳо дар индуктор байни қутбҳои асосӣ ҷойгир карда мешаванд (расми 5-1), меҳвари ҷойгиркунии онҳо бо нейтралӣ геометрии мошина мувофиқат менамояд. Печай қутбҳои иловагӣ бо печай якор ҳаммаслак чунон васл карда мешаванд, ки қувваи магнитнокгардонии онҳо муқобил ба қувваи магнитнокгардонии якор бошад. Бояд қайд намуд, ки амали қувваи магнитнокгардонии қутбҳои иловагӣ ба нисбатан ками бари якор таъсир расонида метавонанд, ки дар он ноқилҳои сексияҳои ҷойгиранд, ки бо шӯткаҳо сарбаст карда

шудаанд. Дар ҳолати мавҷуд будани қутбҳои иловагӣ шутқаҳо бояд дар нейтралӣ геометрӣ ҷойгир карда шаванд.

Дар мошинҳои иқтидорашон нисбатан хурд, ки қутбҳои иловагӣ надоранд, шутқаҳо бояд ба самти нейтралӣ электрӣ давранонида шаванд: дар генераторҳо-мутобиқ ба самти гардиш, дар муҳаррикҳо-муқобили самти гардиш.

Дар ин ҳолат барои муайян намудани таъсири амали якор қувваи магнитнокгардонии бо хатти шутқаҳо амалкунанда - F_a , ба ду қувваи магнитнок-гардонӣ: F_q и F_d иваз карда мешаванд, ки онҳо мувофиқ ба меҳварҳои тӯлӣ ва арзии мошин амал намуда дар ҷамъ ба F_a баробар мебошанд (расми 5.3, а ва б самти қувваи магнитнокгардонӣ бо тирчаҳо нишон дода шудаанд).

Қисми арзии қувваи магнитнокгардонӣ F_q -и амали якор дар мавриди шутқаҳо дар нейтралӣ геометрӣ будан, амалан мисли қувваи магнитнокгардонии якор фаъолият менамояд, яъне майдонро дар поёни қутбҳои асосӣ табоҳ менамояд ва каме бошад ҳам бузургии сели майдони магнитии асоси Φ -ро ба камшавӣ меоварад (расми 5.2).



Расми 5.3. Таксим намудани қувваи магнитнокгардинӣ - F_a ба қисмҳои арзӣ F_q ва тӯлӣ F_d

Қисми арзии қувваи магнитнокгардонӣ F_q -и амали якор дар мавриди шӯткаҳо дар нейтралӣ геометрӣ будан, амалан мисли қувваи магнитнокгардонии якор фаъолият менамояд, яъне майдонро дар поёни қутбҳои асосӣ табоҳ менамояд ва каме бошад ҳам бузургии сели майдони магнитии асоси Φ -ро ба камшавӣ меоварад (расми 5.2).

Қисми тӯлии қувваи магнитнокгардонӣ F_d -и амали якор муқобили қувваи магнитнокгардонии печай ангезонанда фаъолият менамояд ва банобар ин сели майдони магнитии асосиро кам менамояд. Φ . дар мавриди баракс давр занонидани шӯткаҳо нисбат ба нейтралӣ геометрӣ мо қисми тӯлии қувваи магнитноккуниро ҳосил менамудем F_d кадоме мувофиқ ба қувваи магнитнокгардонии печай ангезонанда амал менамуд ва мутаносибан ба зиёд шудани сели майдони магнитии асосӣ меовард - Φ . Вале ин тавр гардонидани шӯткаҳо

барои мошинҳо қобили қабул нест, чуноне бадтар нишон дода мешавад, чунки дар ин ҳолат он сабаби пайдошавии шарораи электрӣ байни шўткаҳою коллектор мегардад.

Қисми арзии қувваи магнитнокгардонӣ, чуноне мо дида будем, майдони магнитиро дар поёни қутбҳои асосӣ табоҳ менамояд ва дар баробари ин сели майдони магнитии асосиро ба камшавӣ мноварад, кадоме дар доимӣ будани суръати гардиш, бузургии ҚЭҲ E_a -и якорро муайян менамояд. Мо метавонем амали қувваи магнитнокгардонии якорро берун аз минтақаи қаччии бари (дўғай) қутбӣ аз назар соқит намоем ва ҳисоб кунем, ки майдони магнитӣ дар поёни қутбҳо дар натиҷаи амали қувваи магнитнокгардонии якор табоҳ мегардад, ки бузургии он ба як қутб баробар

$b_{\circ}A$ мебошад;

ки дар ин ҷо b_{\circ} — дарозии қаччии бари қутбӣ мебошад, (одатан $b_{\circ} \approx 0,68 \cdot \tau$ [см]);

$$A = \frac{I_a N}{2a\pi D}, \quad (5.1)$$

борбасти хатти аст, ки шартан бузургии борбастеро бо ампер нишон медиҳад, ки ба 1 см дарозии давраи якор рост меояд ($I_a/2a$ — чараён дар ноқили печ).

Қувваи магнитнокгардонии $b_{\circ}A$ қуввае бо роҳи: масофаи ҳавойӣ, дандонаҳои якор, юғи якор ва қутбро ба самти арзишон сарбаста дарбар мегирад, амал ме-

намояд. Муқовиматҳои юғи якор ва қутбіро дар самти арзӣ аз эътибор соқит намудан мумкин аст ва бинобар ин метавон ҳисоб намудан, ки қисми арзии қувваи магнитнокгардони якор танҳо ба шиддати магнити фазои фавоӣ ва даңдонаҳо таъсир расонида онро тағйир медиҳад. Бинобар ин характеристикаи «Гузараңда» истифода бурда мешавад (расми 5.4), ки он вобастагии зеринро нишон медиҳад:

$$B_{\delta} = f [0,5(F_{\nu} + F_z)], \quad (5.2)$$

ки дар ин ҷо: $B_{\delta} = \Phi / b_{\delta} \cdot l_{\delta}$ - индуксияи магнитӣ дар фазои ҳавоӣ (дарозии ҳисобӣ бо тири $l_{\delta} \approx (\ell_m + \ell) / 2$);

ℓ_m - дарозии қутб;

ℓ - дарозии якор бе дарназардошти каналҳои вентилятсионии радиалӣ.

Дар ҳар нимаи таҳти қутбҳо қувваи магнитнокгардони бузургиаш $0,5b_{\nu}A$ амал менамояд. Ба рост ва чап аз қувваи магнитнокгардони бузургии $0,5 \cdot b_{\delta}A$ (расми 5.4), ки ба индуксияи $B_{\delta E}$ мутобиқат мекунад, мегузорем. Бузургии индуксия $B_{\delta E}$ нисбат ба ҚЭҲ-и якор муайян карда мешавад:

$$E_a = U \pm (I_a \sum r_x + 2\Delta U_{\text{ш}}) , \quad (5.3)$$

ки дар ин ҷо: U — шиддати ҷараён дар пайвандакҳои мошин;

I_a — ҷараёни якор;

r_x — ҳосили ҷамъи муқовиматҳои дохилаи занҷири якор;

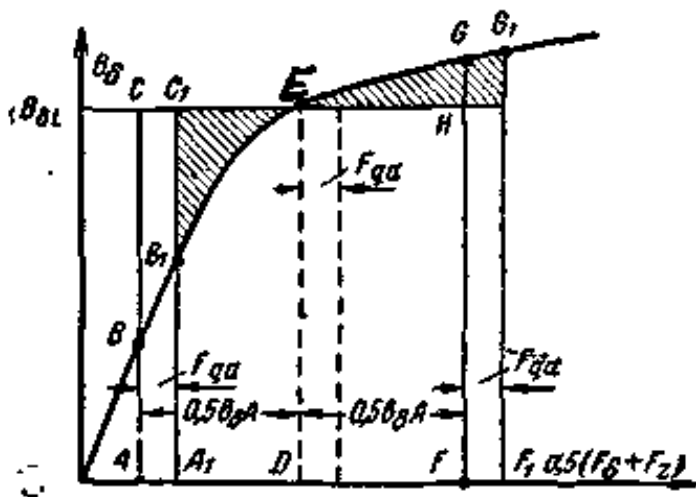
$2U_{ш}$ — афтиши шиддати ҷараён дар раванди алоқаи шўткаҳо бо коллектор, ки дар амал доимӣ қабул намудан мумкин аст, дар ҳолати тағйир ёфтани ҷараёни якор дар ҳудуди $(0,2 - 1,5) \cdot I_n$ бузургии шиддати ҷараёнро дар раванди алоқаи шўткаҳо тақрибан ба 2 В барои шўткаҳои ангишти ва графитӣ, баробар гирифтани мумкин аст.

Дар формулаи (5.3) аломати мусбатро барои генератор ва аломати манфиро барои муҳаррик гирифтани зарур аст.

Аз расми 5.4 бармеояд, ки сели майдони магнитро дар речаи гашти б.б. мутаносиб ба масоҳати росткунҷаи $ACHF$ мешавад. Дар речаи борбаст бошад сели майдони магнитӣ кам мешавад чунки он дар ин маврид бо масоҳати чоркунҷаи ғайрихаттии $ABGF$ муайян карда мешавад. Камшавии сели майдони магнитӣ дар таҳти нимаи қутбҳои асосӣ бештар нисбат ба зиёдшавии он таҳти нимаи дигари қутб аст. Дар ин ҳолат мо қабул менамоем, ки дар речаи гашти б.б.-и мошинҳо индуксияи магнитӣ дар фазои ҳавоии қад-қадди дарозии қисми давраи якор b_0 (амалан баробар ба дарозии дӯғи пайкони қутб) баробар тақсим шудааст вале дар речаи борбастшуда \bar{y} мутобиқи хатти қачи BEG тақсим мешавад.

Барои он, ки дар ҳолати борбаст намудани мошина майдони магнитии он доимӣ нигоҳ дошта шавад бояд қувваи магнитнокгардонии печаҳои ангеzonанда ба миқдори F_{qd} зиёд карда шавад, ки бузургии онро чунин муайян намудан мумкин аст.

Порчаи хатти $\overline{AF} = b_8 A$ -ро ба тарафи рост як миқдор кӯчонидан лозим, ки масоҳатҳои рах-рах кардашудаҳо бо ҳам баробар шаванд. Дар ин ҳолат масоати росткунҷаи каҷхатии $A_1B_1G_1F_1$ -ро ҳосил менамоем, ки ба масоҳати росткунҷаи $ACHF$ баробар мебошад.



Расми. 5.4. Хarakterистикаи гузаранда (барои муайян намудани бемагнитноккунии қувваи магнитнокгардонии F_{qd} аз ҳисоби амали арзии якор)

Бо ин усул муайян шудаи F_{qd} ҳамон қувваи магнитнокгардониро ифода менамояд, ки онро бояд иловатан печаи ангезонанда ҳосил намояд, то он ки амали бемагнитнокгардонии қувваи магнитнокгардонии арзии якор баргараф карда шавад.

Бузургии қувваи магнитнокгардони F_{qd} бешубҳа вобаста ба сершавии мошина мебошад, яъне аз мавқеи ҷойгиршавии нуқтаи E дар характеристикаи гузаранда (расми 5.4) ва аз бузургии ҷараёни якор I_a вобастагӣ дорад. Ҳар дуи ин вобастагӣҳо сирати мураккаб доранд ва наметавонанд саҳеҳ ба намуди аналитикӣ ифода ёбанд. Агар қабул намоем, ки мошина бо сершавии амал мекунад (одатан чунин мебошад), ки ба нуқтаи E дар характеристикаи гузаранда мувофиқат мекунад, он гоҳ метавон фарз намуд, ки дар мавриди тамоили на он қадар калон доштани он бо сабаби тағйирёбии E_a , ки он аз ҳисоби тағйирёбии афтиши шиддати дохила тағйир меёбад, қувваи магнитнокгардонии F_{qd} танҳо аз бузургии ҷараёни якор вобастагӣ дорад. Чуноне озмоишҳо ва ҳисобҳо нишон медиҳанд, барои мошинҳое, ки дар онҳо амали арзии якор тез ошкор мегардад, вобастагии F_{qd} аз I_a бо саҳеҳии кофӣ метавонад бо баробарии зерин муайян карда шавад:

$$F_{qd} = kI_a^\alpha, \quad (5.4)$$

ки дар ин чо k — коэффитсиенти доимӣ;

$$\alpha \approx 1,5 \div 2 \text{ барои чараёни якор } I_a = (0,6 \div 1,5) \cdot I_n.$$

Бузургии F_{qd} метавонад бо кам шудани масофаи ҳавоӣ нисбатан зиёд гардад. Дар ҳақиқат, дар мавриди кам гардидани масофаи ҳавоӣ бузургии F_b кам мешавад ва бинобар ин андозаи m_b (А/мм) барои қувваи магнитноккунӣ дар меҳвари уфуқӣ кам мегардад (расми 5.2). Он гоҳ порчаҳои хатҳои \overline{AD} ва \overline{DF} , ки ба $0,5b \cdot A/m_a$ [мм] баробаранд, зиёд мегарданд ва он ба афзоиш ёфтани F_{qd} меоварад.

Дар мошинҳои иқтидорашон на он қадар калон (то $30 \div 40$ кВт) дар баъзе мавридҳои $I_a = I_n$ будан порчаи хати \overline{AD} як миқдор дарозтар аз порчаи хати \overline{OD} мегардад. Дар ин ҳолат дар як канораи пайкони дилаки қутб ҳодисаи ба ном «чаппакунони»-и майдони магнитӣ, яъне якбора дигаргуншавии самти майдони магнитӣ ҷой дорад. Барои мошинҳои иқтидорашон миёна ва калон (тақрибан калон аз 50 кВт) фазои ҳавоӣ асосан чунин интиҳоб карда мешавад, ки дар речаи борбасти номиналӣ «чаппакунони»-и майдони магнитӣ дар яке аз канораҳои пайкони дилаки қутб рух надихад. ($\overline{AD} < \overline{OD}$).

Дар мавридии набудани қутбҳои иловагӣ, вақте ки барои беҳтар намудани коммутатсия зарур меояд шӯтқаро аз нейтралӣ геометрӣ дур намоем, бояд бемагнитнокгардонии қисми тӯлии қувваи магнитнокгардо-

нии якор ба назар гирифта шавад - F_d , кадоме барои як қутб ба

$$F_d = cA, \quad (5.5)$$

баробар аст, ки дар ин ҷо c (см) — бузургии гардонида-ни шӯткаҳо нисбат ба нейтралӣ геометрӣ (расми 5.1,а). Барои мошинҳои иқтидорашон хурд ($< 0,5$ кВт) қабул кардани

$$c \approx 0,4 \cdot (\tau \cdot b_\delta)$$

мумкин мебошад.

Бинобар ин бемагнитнокгардонии амали якор (ба як ҷуфти қутбҳо) ба

$$F_{р.я.} = 2 (F_{qd} + F_d) \quad (5.6)$$

ва инчунин қувваи магнитнокгардонии печай ангезо-нанда дар речаи борбасти мошин ба

$$F_b = F_E + F_{р.я.} \quad (5.7)$$

баробар мебошанд, ки дар ин ҷо F_E — қувваи магнитнокгардоние, ки ба ҚЭХ E_a —и мошинаи борбастшуда рост меояд (аз характеристикаи гашти б.б. муайян карда мешавад).

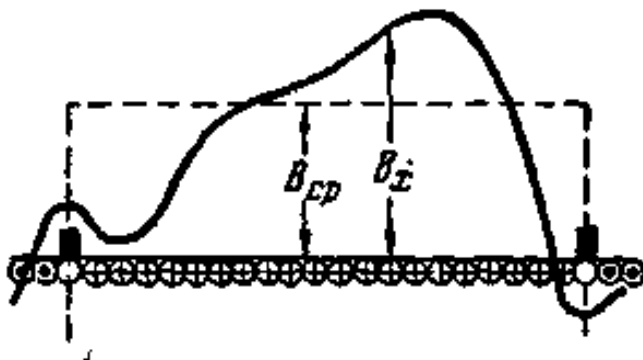
5.2. Моменти электромагнитии даврзананда

Моменти электромагнитии даврзанандаро, дар оянда моменти электромагнитӣ, истифода аз қонуни қувваи электромагнитӣ муайян карда мешавад.

Мутобиқ ба ин қонун қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор таъсир менамояд (расми 5.5) ба:

$$F_x = B_x i l \quad (5.8)$$

баробар аст.



Расми. 5.5. Муайян намудани моменти электромагнитии даврзананда

Қувваи умумии ба якори бо адади ноқилҳои печаш N , ки дар онҳо ҷараёни бузургиаш $I_a/2a$ ҷори мегардад ба:

$$F = B_{cp} \frac{I_a}{2a} l N \quad (5.9)$$

баробар мебошад.

Моменти электромагнитиро чунин муайян намудан мумкин аст:

$$M = F \frac{D}{2} = B_{\text{cp}} \frac{I_a}{2a} lN \frac{D}{2} \quad (5.10)$$

Ба ивази диаметри якори якор $D = \frac{2p\tau}{\pi}$ -ро гузошта бо дарназардошти он, ки $B_{\text{cp}} \cdot l \cdot \tau = \Phi$ мебошад, ҳосил менамоем:

$$M = \frac{pN}{2a\pi} I_a \Phi, \text{ Дж} = 0,102 \frac{pN}{2a\pi} I_a \Phi, \text{ кг}\cdot\text{м} \quad (5.11)$$

ё ки

$$M = c_m \cdot I_a \cdot \Phi, \quad (5.12)$$

ки дар ин чо $c_m = 0,102 \frac{pN}{2a\pi}$ — коэффициентси доимӣ, ки танҳо аз нишондиҳандаҳои конструксионии мошина вобаста мебошад.

Сели майдони магнитӣ Φ дар формулаҳои момент ин сели майдони магнитӣ мебошад, ки бо амалан тағйирёбии майдони мошина дар речаи борбаст ва мавқеи ҷойгиршавии шўткаҳои он муайян карда шудааст (расми 5.5).

Ифодаи (5.11)-ро оиди моменти электромагнитӣ метавон бо истифода аз иқтидори электромагнитии мошина $P_{\text{эм}} = E_a I_a$ низ муайян намуд:

$$M = \frac{P_{\text{эм}}}{\omega} = \frac{E_a I_a}{\omega} = \frac{p \cdot n}{a \cdot 60} N \Phi I_a = \frac{pN}{2a\pi} I_a \Phi, \text{ Дж}.$$

Дар генератор моменти электромагнитӣ муқобил ба самти даврзании якор амал менамояд, яъне он моменти боздорӣ (тормозӣ) нисбат ба муҳаррики аввала ҳисоб меёбад. Моменти муҳаррики аввала ҳосилкунанда моменти электромагнитии генератор ва моменте, ки мутаносиб ба талафотҳои магнитию механикӣ мебошанд, ба мувозинат меоварад.

Дар муҳаррик моменти электромагнитӣ ҳамсамт ба самти даврзанӣ буда, он моменти тормоздиҳандаи борбастро дар навард ва моментҳое, ки мутаносиб ба талафотҳои механикию магнитӣ дар муҳаррик мавҷуданд, ба мувозинат меоварад.

Саволҳои санҷишӣ

1. Дар гашти бе бунёд МЧД чӣ гуна характеристика дорад?
2. Шӯткаҳо дар ин маврид дар қучо ҷойгиранд ва барои чӣ?
3. Майдони магнити МЧД дар речаи бе бунёд чӣ намудро дорад?
4. Барои чӣ майдони магнити МЧД-и борбастгардида ғайрисимметри аст?
5. Қутбҳои иловагӣ гуфта кадом қутбҳоро меноманд?
6. Кадом мошинаҳои ҷараёни доимӣ қутбҳои иловаги доранд?
7. Қисмҳои арзии майдони магнити МЧД чист ва чӣ тавр сарбаста мешаванд?
8. Қисмҳои тӯлии майдони магнити МЧД чист ва чӣ тавр сарбаста мешаванд?
9. Қувваи электроҳанакатдиҳанда дар МЧД чӣ тавр муайян карда мешавад?
10. Характеристикаи гузарандаи МЧД чист?
11. Моменти электромагнити МЧД аз кадом бузургиҳо вобастагӣ дорад?
12. Коэффитсиенти доимии МЧД ба чӣ баробар аст?
13. Моменти электромагнити МЧД ба чӣ баробар аст?
14. Қувваи ба якор таъсиркунандаро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?