

Боби 5. Тавсифи берунаи трансформатори борбастгардида

Ҳолати кори трансформаторе, ки бузургии борбасти он тағйирёбанда буда, бузургии муқовимати комплексиаш ба $\dot{Z}_H = r_H + jx_H = Z_H e^{j\varphi_2}$ баробарро барраси менамоем. Агар шиддати печай воридоти доимӣ ва ба қимати номиналии он $U_1 = U_{1ном}$ баробар қабул намоем, пас бо тағйироти муқовимати комплекси борбастшуда бузургии чараёни занҷирҳои воридотӣ \dot{I}_1 , содиротӣ \dot{I}_2 ва шиддат дар занҷири содиротӣ \dot{U}_2 низ мувофиқан тағйир меёбанд.

Барои муайян намудани тағйироти шиддати содиротӣ ўро одатан ба теъдоди печай аввала меоранд. Тағйироти шиддати содиротӣ ин фарқияти қимати самарабахши шиддатҳои содиротии овардашуда \dot{U}'_2 дар ҳолати кори б.б.-и трансформатор ва ҳолати кор бо борбасти муқовимати комплексиаш муайян мебошад. Амалан, шиддати содиротӣ ҳолати кори б.б. ба шиддати номиналӣ $\dot{U}_{1ном}$ баробар мебошад. Бинобар ин фарқияти шиддатҳо баробаранд: $U_{1ном} - U'_2$. Ин фарқиятро асосан нисбатан ба шиддати $\dot{U}_{1ном}$ ифода менамоем, ки онро тағйироти нисбии шиддати трансформатор меноманд:

$$\Delta U = \frac{U_{1ном} - U'_2}{U_{1ном}} \quad \text{ва ё} \quad \Delta U \% = \frac{U_{1ном} - U'_2}{U_{1ном}} \cdot 100\% \quad (5.1)$$

Бо дарназардошти схемаи соддаи эквивалентии трансформатор (расми 3.9) ва диаграммаи вектории он ин тағйироти шиддатро чунин ифода намудан мумкин аст:

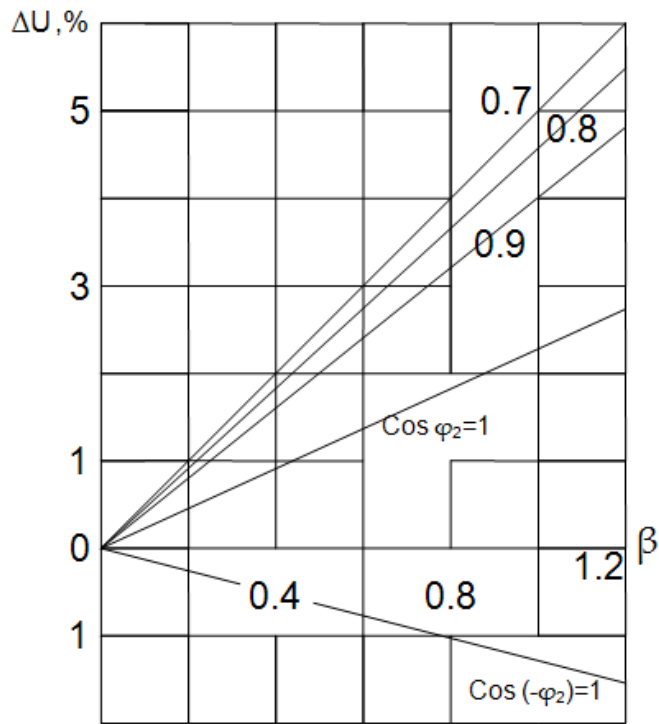
$$U_{1ном} - U'_2 \approx (r_k \cos \varphi_2 + x_k \sin \varphi_2) I_1$$

ё ки

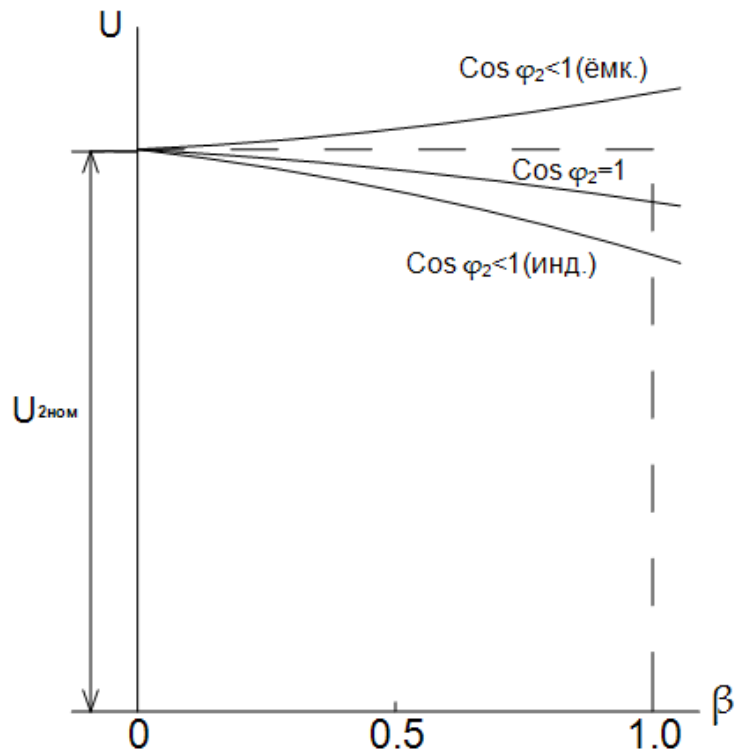
$$\Delta U \% = \frac{I_1}{U_{1ном}} (r_k \cos \varphi_2 + x_k \sin \varphi_2) 100\% \quad (5.2)$$

Дар расми 5.1 тағйироти нисбии шиддати трансформатор вобаста ба теъдоди борбастшудаи он $\Delta U \% = f(\beta)$, дар мавриди доимӣ ва бузургии гуногун доштани $\cos \varphi_2$ оварда шудааст (дар ин ҷо $\beta = \frac{I_2}{I_{2ном}}$).

Вобастагии шиддат дар занҷири содиротии трансформатор аз бузургии чараёни борбасти он (чараёни занҷири содиротӣ) дар мавриди доимӣ будани коэффитсиенти иқтидори борбаст ва шиддат дар занҷири воридотии трансформатор доимӣ ва ба бузургии шиддати номиналӣ баробар будан, тавсифи берунаи трансформатор номида мешавад. Асосан тавсифи берунаи трансформаторро ҳамчун вобастагии ададҳои нисбӣ меоваранд, яъне:



Расми 5.1



Расми 5.2

$$U_2^\circ = k_T \frac{U_2}{U_{1НОМ}} \text{ ва } k_\phi = \frac{I_2}{I_{2НОМ}}. \quad (5.3)$$

$$U_2^\circ = \left(1 - \frac{\Delta U\%}{100}\right) = 1 - k_\phi \frac{I_{1НОМ}}{U_{1НОМ}} (r_k \cos\varphi_2 + x_k \sin\varphi_2)$$

ва ин вобастагӣ барои қиматҳои $\cos\varphi_2=1$ ва $\cos\varphi_2=0,8$ дар расми 5.2 тасвир ёфтаанд. Аз ин вобастагӣ бармеояд, ки бузургии шиддат дар занҷири содироти трансформатор, дар баробари вобаста будан ба иқтидори истеъмолагарони энергияи электрӣ боз аз сирати борбастшуда, коэффитсиенти иқтидори он вобастаги дорад ва бо зиёд гаштани муқовимати индуктиви истеъмолагар бузургии шиддати содиротӣ дар трансформатор паст мегардад.

Боби 6. Амали ғайританосуб ва раванди гузаранда дар трансформатор

Дар раванди амали трансформатори сефаза баъзан ҳолатҳое ба амал меоянд, ки бузургии борбасти фазаҳо ғайританосуб мебошанд. Ин ҳолати амали трансформаторро ҳолати кори ғайританосуб меноманд. Сабабҳои асосии кори ғайританосуби трансформаторҳо чунинанд: борбасти бузургиашон гуногун дар фазаҳо, пайвасти истеъмолагарони якфазаи иқтидорашон гуногун; қанда шудани яке аз хатҳои интиқоли электрӣ ва ба амал омадани ҳолати р.к. дар як фаза шуда метавонанд.

6.1. Асоси назариявӣ

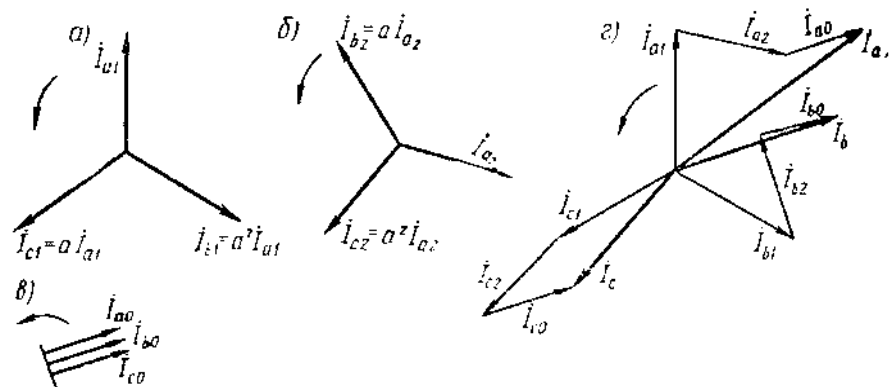
Барои омӯзиши ҳолати амали ғайританосуби трансформаторҳо аз *усули гузаштан ба системаи ташиқилдиҳандаи мутаносуби муттасилӣ* истифода мебаранд. Моҳияти ин усул дар он аст, ки ҳар як вектори ғайританосуби чараёни (шиддати) сефаза ба ҳосили ҷамъи се векторҳои мутаносуби муттасилӣ иваз карда мешавад. Векторҳои ғайританосуби чараёни сефазаро чунин тасвир намудан мумкин аст:

$$\begin{aligned} \dot{I}_a &= \dot{I}_{a1} + \dot{I}_{a2} + \dot{I}_{a0}; \\ \dot{I}_b &= \dot{I}_{b1} + \dot{I}_{b2} + \dot{I}_{b0}; \\ \dot{I}_c &= \dot{I}_{c1} + \dot{I}_{c2} + \dot{I}_{c0}. \end{aligned} \quad (6.1)$$

Ташиқилдиҳандаҳои якуми ин ифодаҳо $\dot{I}_{a1}, \dot{I}_{b1}$ ва \dot{I}_{c1} бо бузургиҳои худ ба ҳамдигар баробаранд, вале аз якдигар таҳти кунҷи 120° бо тартиби системаи муқарраршудаи гашти рост ҷойгир мебошанд ва ин ҷойгиршавии векторҳоро системаи муттасилӣ рост меноманд. Ба ибораи дигар гӯем, ин

чараёнҳо системаи векторҳои мутаносуби сефазаи гашти рости муттасилро ташкил медиҳанд (расми 6.1а).

Ташкилидиҳандаҳои дуҷум $\dot{I}_{a2}, \dot{I}_{b2}$ ва \dot{I}_{c2} низ бо бузургиҳои худ ба ҳамдигар баробар буда, тахти кунҷи 120° ҷойгиранд, вале бо тартиби системаи муқарраргардидаи гашти чап ҷойгир мебошанд ва ин ҷойгиршавии векторҳоро системаи гашти чапи муттасилӣ меноманд. Ба ибораи дигар гӯем, ин чараёнҳо системаи векторҳои мутаносуби сефазаи гашти чапи муттасилро ташкил медиҳанд (расми 6.1б).



Расми 6.1. Ташкилидиҳандаҳои муттасилӣ

Ташкилидиҳандаҳои сеҷум $\dot{I}_{a0}, \dot{I}_{b0}$ ва \dot{I}_{c0} бо бузургиҳои худ низ ба ҳамдигар баробар буда, ҳамсамтанд ва ин ҷойгиршавии векторҳоро системаи гашти сифрӣ (нулӣ)-и муттасилӣ меноманд. Ба ибораи дигар гӯем, ин чараёнҳо системаи векторҳои мутаносуби сефазаи яксамтaro ташкил медиҳанд (расми 6.1в).

$$\dot{I}_{a0} = \dot{I}_{b0} = \dot{I}_{c0} = \frac{\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c}{3} \quad (6.2)$$

Ифодаҳои (6.1)-ро бо тарзи дигар сабт намудан мумкин аст:

$$\begin{aligned} \dot{I}_a &= \dot{I}_{a1} + \dot{I}_{a2} + \dot{I}_{a0}; \\ \dot{I}_b &= a^2 \dot{I}_{a1} + a \dot{I}_{a2} + \dot{I}_{a0}; \\ \dot{I}_c &= a \dot{I}_{a1} + a^2 \dot{I}_{a2} + \dot{I}_{a0}, \end{aligned}$$

ки дар ин ҷо:

$$\begin{aligned} a &= e^{j2\pi/3} = \cos(2\pi/3) + j\sin(2\pi/3) = -0,5 + j\frac{\sqrt{3}}{2}; \\ a^2 &= e^{j4\pi/3} = \cos(-2\pi/3) + j\sin(-2\pi/3) = -0,5 - j\frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned}$$

мебошанд.

Бо истифода аз ин, барои бузургии ташкилдихандаҳои муттасилии рост ва чапро муайян намудан ифодаҳои зеринро овардан мумкин аст:

$$i_{a1} = \frac{\dot{I}_a + a\dot{I}_b + a^2\dot{I}_c}{3}; \quad (6.3)$$

$$i_{a2} = \frac{\dot{I}_a + a^2\dot{I}_b + a\dot{I}_c}{3}. \quad (6.4)$$

Ҳамин тавр, бо ин усул системаи ғайританосуби векторҳои чараён ва шиддатро ба се системаи мутаносуби векторҳо: системаи муттасилӣ рост; системаи муттасилӣ чап ва системаи муттасилӣ сифрӣ иваз намудан мумкин мебошад.

4.2. Амали ғайританосуби трансформаторҳо

Таъсири борбасти ғайританосуб ба амали трансформаторҳои сефаза бисёртар ба схемаи пайвасти печаҳои онҳо вобастагӣ дорад, бинобар ин тарзҳои асосии пайвасти печаҳои трансформаторҳоро дар алоҳидагӣ муҳокима менамоем.

4.2.1. Пайвасти «ситора-ситора бо ноқили нейтралӣ»

Схемаи пайвасти печаи трансформаторҳо ба шакли «ситора-ситора бо ноқили нейтралӣ» дар расми 6.2, а тасвир ёфтааст ва муодилаи чараёнҳо мувофиқи қоидаи якуми Кирхгоф чунин мешаванд:

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0; \quad (6.5)$$

$$\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = -\dot{I}_0. \quad (6.6)$$

Ин системаи чараёнҳо мутобиқ ба бузургии борбасти бузургиашон гуногуни фазаҳо ғайританосуб буда метавонанд ва дар ин маврид онҳоро ба се системаи боҳам таносуби муттасилӣ тақсим кардан мумкин мебошад.

Дар печаҳои аввали трансформатор системаҳои боҳам таносуби муттасилии рост ва чап инчунин сифрӣ вучуд доранд. Бояд қайд намуд, ки вучуд доштани системаи муттасилӣ сифри мувофиқ ба мавҷуд будани ноқили нейтралӣ мебошад. Дар пайвасти ситора бе ноқили нейтралӣ системаи муттасилӣ сифрӣ вучуд дошта наметавонад, чунки чараёнҳои онҳо дорои ҳамсамтанд ва роҳи бозгашт надоранд. Аз ин рӯ, ки дар ҳоли пайвасти печаҳо ба намуди ситора бе ноқили нейтралӣ, дар онҳо системаи муттасилӣ сифрӣ мавҷуд нестанд.

Дар печаҳои дуҷуми трансформатори пайвасти «ситора-ситора бо ноқили нейтралӣ» бошад, аз сабаби вучуд доштани пайвасти система бо ноқили нейтралӣ ҳар се системаи муттасилӣ ҷой доранд. Дар ин ҳол муодилаи системаи муттасилии сифрӣ чунин мебошад:

$$I_{a0} + I_{b0} + I_{c0} = -I_0 / 3 \quad (6.7)$$

Мавҷуд набудани ҷараёни муттасили сифрӣ дар печай аввала сабаби зиёд гаштани қувваи магнитнокгардолнӣ, аз ҳисоби ҷараёнҳои муттасилии сифрӣ дар печай дуҷум $I_{a0}w_2, I_{b0}w_2$ ва $I_{c0}w_2$ мегардад ва онҳо дар занҷири магнитии трансформатор селҳои майдони магнитии муттасили сифрӣ Φ_{a0}, Φ_{b0} ва Φ_{c0} ба вуҷуд меоранд. Ин селҳои майдони магнитӣ дорои самти якхела дошта, дар занҷири магнитӣ сарбаста ҷорӣ шуда наметавонанд, аз ин рӯ онҳо бо ҳаво, рағван ва танай трансформатор сарбаста гашта, қисман бузургии сели майдони магнитии ҷараёнҳои басомади карати сеҷумро кам менамояд (нигар ба расми 2.5.).

Сели майдони магнитии муттасили сифрӣ дар печайҳои дуҷуми трансформатор ҚЭХ-и муттасили сифрӣ ҳосил менамояд. Бинобар ин муодилаҳои ҚЭХ дар печайҳои аввалаи фазаҳои трансформатор намуди зерин мегардад:

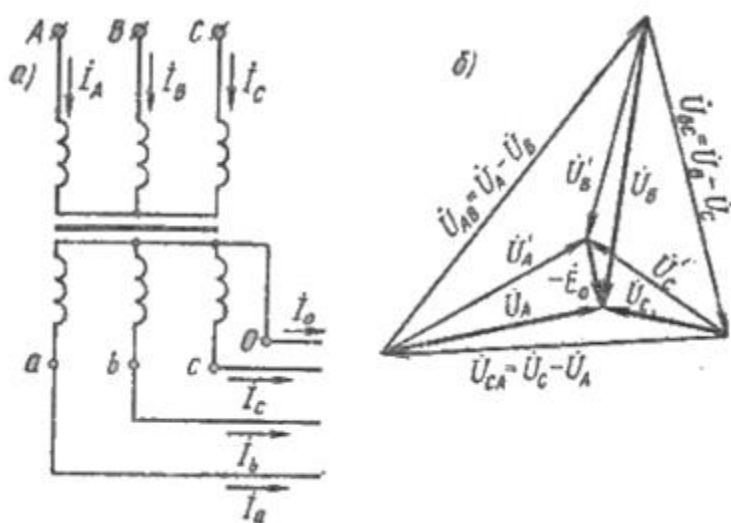
$$\begin{aligned} \dot{U}_A &= -\dot{E}_A - \dot{E}_0 + \dot{I}_A Z_1 = \dot{U}'_A - \dot{E}_0; \\ \dot{U}_B &= -\dot{E}_B - \dot{E}_0 + \dot{I}_B Z_1 = \dot{U}'_B - \dot{E}_0; \\ \dot{U}_C &= -\dot{E}_C - \dot{E}_0 + \dot{I}_C Z_1 = \dot{U}'_C - \dot{E}_0, \end{aligned} \quad (6.8)$$

ки дар ин ҷо \dot{U}'_A, \dot{U}'_B ва \dot{U}'_C -шиддати фазавӣ дар ҳоли мавҷуд набудани ҚЭХ-и муттасилии сифрӣ.

ҚЭХ-и муттасилии сифрӣ ба:

$$\dot{E}_0 = -\dot{I}'_{a0} Z_0 \quad (6.9)$$

баробар аст.



Расми 6.2. Қори ғайританосуби трансформатор:
а) схемаи пайвастии печайҳо;
б) диаграммаи векторӣ

Дар баробарии (6.9) \dot{I}'_{a0} -қимати ҷараёни муттасилии сифрӣ ба печай аввала овардашуда; $Z_0 = r_0 + jx_0$ -муқовимати пурраи комплексии

муттасилии сифрӣ; r_0 -қисми фаъоли муқовимати пурраи комплекси муттасилии сифрӣ, ки талафи магнитиро аз ҳисоби майдони магнити муттасилии сифрро ифода менамояд; x_0 - қисми индуктивияти муқовимати пурраи комплекси муттасилии сифрӣ аз майдони магнити муттасилии сифрӣ мебошад.

Бо дарназардошти (6.9) муодилаҳои (6.8) намуди зерин мегиранд:

$$\begin{aligned} \dot{U}_A &= \dot{U}'_A + \dot{I}'_{a0} Z_0; \\ \dot{U}_B &= \dot{U}'_B + \dot{I}'_{a0} Z_0; \\ \dot{U}_C &= \dot{U}'_C + \dot{I}'_{a0} Z_0. \end{aligned} \quad (6.10)$$

Аз диаграммаи вектории шиддатҳои воридотӣ (расми 6.1, в) бармеояд, ки ҚЭХ –и муттасилии сифрӣ ба ҷойивазшавии нуқтаи нейтралӣ пайвасти ситоравӣ вобаста буда, ба тағйироти шиддатҳои фазавии печаҳои аввала ба миқдори $\dot{E}'_0 = -\dot{I}'_{a0} Z_0$ (аз марказӣ секунҷаи шиддатҳои хатии печаҳои аввала), меоварад. Ин сабабгори афзудани нотаносубии шиддати фазавӣ мегардад. Дар печаҳои дуюм бошад ин ҷойивазшавии нуқтаи нейтралӣ боз ҳам бештар мегардад, чунки:

$$\dot{E}'_0 = -\dot{I}'_{a0} (Z_0 + Z'_2) = -\dot{I}'_{a0} Z'_H, \quad (6.11)$$

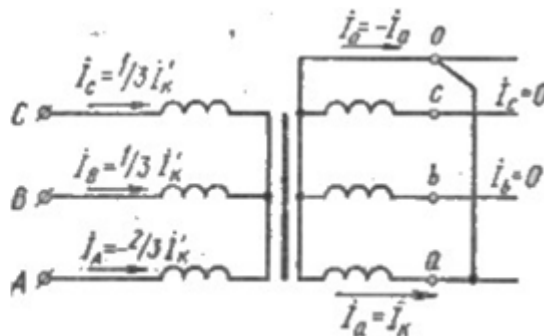
мебошад, ки дар ин ҷо Z'_2 - муқовимати комплекси як фазаи печаи дуюм;

$Z'_H = Z_0 + Z'_2$ - муқовимати пурраи комплекси занҷири содиротӣ ба ҷараёни муттасилии сифрианд.

Бузургии муқовиматҳои Z_0 ва Z'_H асосан тавассути озмоишӣ муайян карда мешаванд.

Дар трансформаторҳои сефазаи гурӯҳӣ, ки аз се трансформатори якфаза иборат мебошанд, алоқаи магнитӣ байни печаҳои фазаҳои гунногун мавҷуд нестанд. Дар трансформатори сефазаи занҷири магнитиаш зирехӣ ин алоқа вучуд дорад, вале бузургиаш нисбатан кам аст. Аз ин рӯ майдони магнити муттасилии сифрӣ бо сабаби дар занҷири магнитӣ ба пуррагӣ сарбаст шуда натавоништан афзун намеёбад ва муқовимати пурраи комплекси занҷири содиротиро ба ҷараёни муттасилии сифрӣ зиёд карда наметавонад. Хулоса, миқдори ками ҷараёни \dot{I}'_0 -муттасилии сифрӣ метавонад ба бештар ҷойивазшавии нуқтаҳои нейтралӣ печаҳои аввала ва дуҷуми трансформатор оварад. Бинобар ин трансформаторҳои сефазаи гурӯҳӣ ва трансформаторҳои сефазаи зирехӣ бо пайвастагии печаҳошон «ситора-ситора бо ноқили нейтралӣ» истифода бурда намешаванд.

Расми 6.3. Ҳолати расиши кӯтоҳи якфазавӣ.



Асосан ҳолати ғайританосубии борбасти трансформатор ва ҳолати расиши кӯтоҳ дар яке аз фазаҳои трансформатори борбастаншуда аҳамияти амалӣ дорад. Масалан, дар мавриди пайдо гаштани расиши кӯтоҳ дар фазаи «а», бо дарназардошти (6.6):

$$\begin{aligned} \dot{i}_a &= \dot{i}_k = -\dot{i}_0; \\ \dot{i}_b &= \dot{i}_c = 0 \end{aligned}$$

мешавад. Аз ин рӯ бо дарназардошти (6.5), (6.3) ва (6.4) бармеояд, ки:

$$\dot{i}_{a0} = \dot{i}_{a1} = \dot{i}_{a2} = \frac{\dot{i}_a}{3} = \frac{\dot{i}_k}{3} = -\frac{\dot{i}_0}{3} \quad (6.12)$$

мебошанд.

Қисмҳои муттасилии ҷараёнҳои занҷири воридотӣ мутаносибан, ба қисмҳои ҷараёнҳои муттасилии занҷири содиротӣ баробар карда мешаванд:

$$\begin{aligned} \dot{i}_{A1} &= -\dot{i}_{a1}; & \dot{i}_{B1} &= -\dot{i}_{b1}; & \dot{i}_{C1} &= -\dot{i}_{c1}; \\ \dot{i}_{A2} &= -\dot{i}_{a2}; & \dot{i}_{B2} &= -\dot{i}_{b2}; & \dot{i}_{C2} &= -\dot{i}_{c2}. \end{aligned}$$

Бо истифода аз (6.12) ва бо дарназардошти асоси усули ботаносубии муттасилӣ, барои ҷараёнҳои занҷири воридотӣ муодилаҳои зерин ҳосил мешаванд:

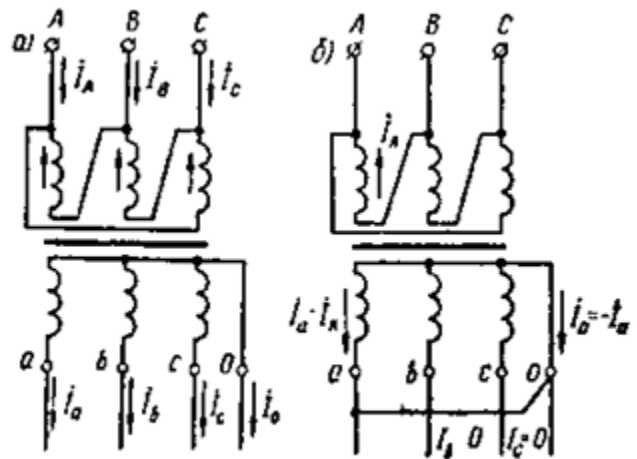
$$\begin{aligned} \dot{i}_A &= \dot{i}_{A1} + \dot{i}_{A2} = -(\dot{i}_{a1} + \dot{i}_{a2}) = -\dot{i}'_k / 3; \\ \dot{i}_B &= \dot{i}_{B1} + \dot{i}_{B2} = a^2 \dot{i}_{A1} + a \dot{i}_{A2} = -a^2 \dot{i}'_{a1} - a \dot{i}'_{a2} = \dot{i}'_k / 3; \\ \dot{i}_C &= \dot{i}_{C1} + \dot{i}_{C2} = a \dot{i}_{A1} + a^2 \dot{i}_{A2} = -a \dot{i}'_{a1} - a^2 \dot{i}'_{a2} = \dot{i}'_k / 3. \end{aligned} \quad (6.13)$$

4.2.2. Пайвасти «секунча-ситора бо ноқили нейтралӣ»

Печаҳои аввала пайвастагии намуди секунча доранд (расми 6.4.) бинобар он, ҚЭҲ-и муттасилии сифрӣ, ки дар ин печаҳо аз ҳисоби сели майдони магнитии муттасилии сифрии ҳар се фаза меангезад дар секунча сарбаст гашта, дар он ҷараёнҳои муттасилии сифрӣ ҳосил менамояд. Ин ҷараён қувваи магнитнокгардонии муттасилии сифриро дар печаи аввала

ҳосил менамояд, ки он ба қувваи магнитнокгардонии муттасилии сифрии печай дуюм ақсулсамт мебошад. Аз ин бармеояд, ки қувваи магнитнокгардонии ҳама ташкилдиҳандаҳои муттасилии печай дар ҳар як меҳвари трансформатор ба ҳамдигар баробар ва ақсулсамт буда метавонанд. Вале, қувваи магнитнокгардонии муттасилии сифрий ҳамдигарро пурра ислоҳ карда наметавонанд, аз ин рӯ як миқдор ҷойивазшавии нуқтаи нейтралӣ мушоҳида карда мешавад, ки он назар ба дар пайвастигии «ситора-ситора» бисёр хурд буда, ба ғайританосубии шиддати содиротии трансформатор аз ҷараёнҳои муттасилии сифрий амалан оварда наметавонад.

Расми 6.4. Ҳолати кори ғайританосуби трансформатор дар пайвасти печай «секунҷа-ахтари бо нокили нейтралӣ».



Бо саҳеҳии кофӣ фарз кардан мумкин аст, ки дар ҳоли пайвастигии намуди «секунҷа-ситора бо нокили нейтралӣ» ҳар як фазаи трансформатори сефазаи дорои борбасти ғайританосубро ҳамчун фазаи мустақил, яъне ҳамчун трансформатори якфаза тасаввур намудан мумкин мебошад. Ин барои омӯзиши истифодаи трансформаторҳои гурӯҳӣ ва зирехдор шароити мусоид фароҳам меоварад.

Дар трансформатори борбастнагардида, дар ҳоли расиши кӯтоҳ дар як фаза (расми 6.4, б) ҷараён дар печайҳои он:

$$\begin{aligned} i_A &= i'_a = i'_k ; \\ i_B &\approx 0 ; \quad i_C \approx 0 \end{aligned}$$

Мешаванд ва дар ин ҳол низ наздик бо пуррагӣ ислоҳшавии қувваи магнитнокгардонии печайҳои аввала ва дуюм барои ҳар як ташкилдиҳандаи муттасилии мушоҳида карда мешавад.

Барои дигар тарзҳои пайвасти печайҳои трансформаторҳо таҳлил нагузаронида хулосаҳои зеринро меоварем:

1. Дар ҳолати амали трансформатори сефазаи пайвасти печайҳои намуди «ситора – ситора бо нокили нейтралӣ» бо борбасти ғайританосуб аз ҳама бештар ғайританосубии шиддатҳо мушоҳида

карда мешавад. Ғайританосубии шиддати содиротӣ на танҳо натиҷаи ғайританосубии шиддати воридотӣ аст, балки ба ин боз мавҷуд будани ҚЭҲ-и муттасилии сифрӣ сабабгор мешавад.

2. Дар мавриди яке аз печаҳои трансформатор пайвасти намуди секунҷа доштан, ҚЭҲ-и муттасилии сифрӣ ночиз мешавад ва он ба ғайританосубии шиддати содиротӣ нуфуз намебахшад, вале дар ҳоли мавҷуд будани ғайританосубии шиддати содиротӣ ин сабаби дигар - ғайританосуб будани шиддати воридотӣ ва боиси афтиши шиддат хархела дар фазаҳои трансформатор гаштан, мегардад.

6.3. Равандҳои гузаранда дар трансформаторҳо

Дар мавриди аз як речаи кории муайян ба дигар речаи кории муайян гузаштан, ки аз речаи аввала фарқият дорад, дар трансформаторҳо раванди гузаранда ба амал меояд. Азбаски ҳар як речаи кории муайян бо бузургии энергияи электромагнитии худ фарқ дорад, дар равиши раванда гузаранда бузургии ин энергия тағйир меёбад.

Таҳлили раванди гузаранда ҳангоми васли трансформатор ва дар ҳоли ба вучуд омадани расиши кӯтоҳ дар занҷири содиротии он аҳамияти амалӣ дорад.

6.3.1. Ҳангоми васли трансформатори борбастнагардида ба манбайи чараён.

Дар ин маврид сели майдони магнитии умумӣ сели майдонҳои магнитии зеринро дарбар мегирад:

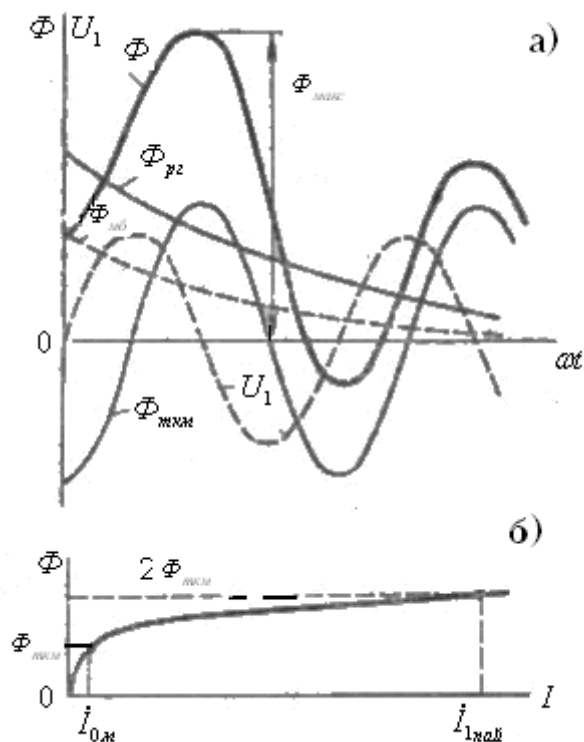
$$\Phi = \Phi_{ткм} + \Phi_{рг} \pm \Phi_{мб}, \quad (6.14)$$

дар ин ҷо $\Phi_{ткм}$ - сели майдони магнитии речаи кории муайян;

$\Phi_{рг}$ - сели майдони магнитии раванди гузаранда;

$\Phi_{мб}$ - сели майдони магнитии боқимонда, ки ба сели майдони магнитии речаи корӣ ҳамсамт (+) ё аксулсамт (-) буда метавонад.

Расми 6.5. Вобастагии раванди гузаранда дар ҳоли васли трансформаторҳо



Баробарии (6.14) шаҳодати қобилияти қабули васли трансформатор ба манбайи ҷараён дар мавриди аксулсамт будани майдони магнитии боқимонда ба майдони магнитии речаи кориро муайян ва қимати лаҳзавии шиддати воридотӣ ба сифр баробар будан ($U_1 = 0$) мебошад. Дар ин маврид сели майдони магнитии речаи кории муайян дорои қимати калонтарини худ аст, чунки он ба қадри 90 градус аз шиддат қафо мемонад (расми 6.5а). Сели майдони магнитии пурра бошад, тақрибан баъд аз гузаштани ним даври тағйироти (тахминан 180 градус) ба қимати ниҳойии худ соҳиб мегардад. Агар занҷири магнитии трансформатор сер нашуда бошад, он гоҳ ҳангоми пайваستсозии трансформатор дар печаҳои аввалаи он ҷараёнҳои магнитнокгардонӣ ҳосил мешаванд, ки бузургиашон ба сели майдони магнитӣ мутаносиб аст. Дар ҳоли сершавӣ шудани занҷири магнитӣ ба афзудани ҷараёни магнитнокгардонӣ ҳангоми пайвастсозии трансформатор меоварад. Вобастагии ҷараёни раванди гузаранда ба сели майдони магнитӣ (расми 6.5б) шаҳодат медиҳад, ва калон гаштани сели майдони магнитӣ ба ду маротиб ба зиёд гаштани ҷараёни амали трансформатори борбастангардида ба 6-8 маротиб меорад ($I_{1най} \gg I_{0м}$).

Ба сабаби дар фосилаи вақти камтарин гузаштани раванди гузаранда бузургии ҷараёни раванди гузаранда дар трансформатор он қадар хатарнок нест, вале онро бояд ҳатман ба назар гирифт (дар вақти интиҳоб ва муайян намудани речаи кории олатҳои ҳифзи трансформатор). Инчунин ҳангоми пайвастсозии трансформатор пайдо гаштани ҷаҳиши ҷараён рӯй медиҳад, аз ин рӯ дар интиҳоб ва кори асбобҳои андозавӣ бояд онро ба назар

гирифт, зеро бе ҳимоя асбобҳо худ аз кор баромаданашон аз имкон дур нест.

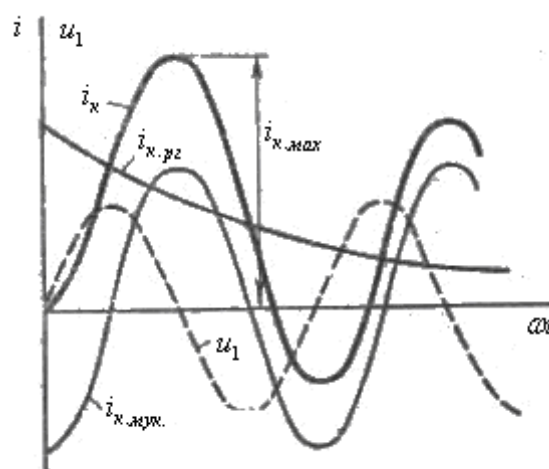
6.3.2. Раванди гузаранда мавриди расиши кӯтоҳи ногаҳонӣ дар занҷири содиротии трансформатор

Ногаҳон пайдо шудани расиши кӯтоҳ дар яке аз фазаҳои занҷири содиротӣ якчанд сабабҳо дошта метавонад: захмдор гаштани изолятсия ва ё аз ҳисоби аз ҳад зиёд гаштани шадидият раҳнаи барқӣ руҳ дода метавонад ва ба хатогӣ роҳ додани шахсони хизматрасон ва ғайраҳо низ пайдо шавад. Расиши кӯтоҳ ин ҳолати садамавӣ буда, сабабгори аз кор баромадани трансформатор гардида метавонад.

Мавриди ногаҳон пайдо гаштани расиши кӯтоҳ дар занҷири содиротии трансформатор дар он раванди гузаранда ҳосил мегардад ва ҷараёни бисёр калони лаҳзавии расиши кӯтоҳ ба вуҷуд меояд $-i_k$. Ин ҷараёнро чун аз ду қисм иборат тасвир намудан мумкин аст: ҷараёни ҳолати муқаррарии расиши кӯтоҳ $-i_{k.мук.}$ ва ҷараёни раванди гузаранда $-i_{k.рз.}$, ки дорои самти доимӣ дошта ба тарзӣ экспоненциалӣ кам мешавад:

$$i_k = i_{k.мук.} + i_{k.рз.}$$

Расми 6.6. Тағйироти ҷараёни раванди гузариш мавриди ногаҳон пайдо гаштани расиши кӯтоҳ.



Шароити вазнини раванди гузариш мавриди ногаҳон пайдо шудани расиши кӯтоҳ дар вақти баробари сифр будани шиддати лаҳзавии печаҳои аввала мушоҳида карда мешавад ($u_1 = 0$). Дар расми 6.6. тағйироти ҷараёнҳои раванди гузаранда тасвир ёфтааст, ки дар он ҷараёни ногаҳон пайдо шудани расиши кӯтоҳ (бузургии ҷаҳиши ҷараён) то ду маротиба калон аз ҷараёни ҳолати муқаррарии расиши кӯтоҳ ва 20-40 маротиба калон аз ҷараёни ҳолати кории мӯътадили трансформатор ба назар мерасад.

Раванди гузариш мавриди ногаҳон пайдо шудани расиши кӯтоҳ дар трансформаторҳои иқтидорашон хурд дар тӯли то як давр ва дар

трансформаторҳои иқтидорашон калон бошад, дар тӯли то 6-7 даври ҷараёни тағйирёбанда мегузарад. Ин фосилаи вақти бисёр хурд мебошад ва баъди он трансформатор ба ҳолати расиши кӯтоҳи муқаррарӣ мегузарад, ки бузургии ҷараёни он $i_{к.м.к.}$ назар ба бузургии ҷараёни i_k хурд ҳам бошад он якчанд маротиба калон назар ба бузургии ҷараёни кори мӯътадили трансформатор мебошад. Бинобар ин баъди якчанд сония олатҳои ҳифзи трансформатор амали онро қатъ менамоянд. Вале ба фосилаи кӯтоҳи вақт нигоҳ накарда ин ҳолат барои трансформатор хатарнок мебошад, чунки ҷараёни бузургияш калон печаҳоро тез гарм намуда, изолятсияи онро аз қор бароварданаш имконпазир аст ва ғайр аз ин ҷараёнҳои бузургияшон калон қувваи электромагнитии калонро (мутобиқ ба қонуни Ампер) ҳосил карда метавонанд:

$$F = B_{\sigma} i_k$$

ки он ба вайрон гаштани печаҳои трансформатор оварда мерасонад. Агар, афзудани бузургии индуксияи майдони магнитии пароканиширо ба назар гирем, он гоҳ мебинем, ки қувваи электромагнитӣ то чанде калон мебошад. Масалан, дар ҳоли муқаррарӣ, агар $i = 100$ А ва $B_{\sigma} = 0,1$ Тл бошад, он гоҳ $F = 10$ Н/м аст. Ҳангоми расиши кӯтоҳ ҷараёни расиши кӯтоҳро ба $i_k = 30 \cdot i$ баробар қабул намоем, он гоҳ қувваи электромагнитӣ, ки мутаносиб ба квадрати қувваи ҷараён мебошад, то 9000 Н/м мерасад ва он барои трансформатор хатари калон меоварад.

Саволҳои рейтингӣ

1. Шиддат дар баромади трансформатор то чанд фисад тағйир ёфта метавонад ва барои чӣ?
2. Дар трансформаторхое, ки аҳолиро бо барқ таъмин менамояд афтиши шиддат дар печайи содиротӣ то чанд фисад шуда метавонад?
3. Тағйироти нисбии шиддати трансформатор вобаста ба теъдоди борбастшуда то чанд шуда метавонад?
4. Амали ғайританосуби трансформаторҳо аз усули гузаштан ба системаи ташкилдихандаи мутаносуби муттасилӣ чанд намуд буда метавонанд?
5. Ташкилдихандаи муттасилӣ якум чист?
6. Ташкилдихандаи муттасилӣ дуюм чист?
7. Ташкилдихандаи муттасилӣ нули чист?
8. Амали ғайританосуби трансформаторҳо дар мавриди пайвасти «ситора-ситора бо ноқили нейтралӣ».
9. Амали ғайританосуби трансформаторҳо дар мавриди пайвасти «секунҷа-ситора бо ноқили нейтралӣ».
10. Равандҳои гузаранда дар трансформаторҳо ҳангоми васли трансформатори борбастнагардида ба манбаъи чараён.
11. Раванди гузаранда мавриди расиши кӯтоҳи ногаҳонӣ дар занҷири содиротии трансформатор.
12. Дар мавриди расиши гузаранда сели майдони магнитӣ чанд карат зиёд шуда метавонад?
13. Қувваи электромагнитӣ дар мавриди расиши кӯтоҳ шудани трансформатор то чанд маротиба зиёд шуда метавонад?