# ТРАНСФОРМАТОР ҚИСҚА ТУТАШУВДА ИШЛАШИНИНГ ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

***Худобердиев Шавкатжон Нурматжон ўғли***

*ТошДТУ «Электр машиналари» кафедраси магистранти*

*E-mail:xudoberdiyevshavkatjon@gmail.com*

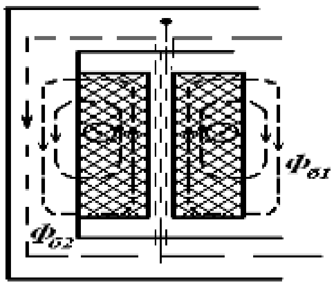
***Аннотация:*** *Куч трансформаторларнинг назарий асослари, уларнинг тузилиши ва элементлари ҳамда режимлари хоссаларининг таҳлиллари, трансформаторлардаги электр энергия исрофи турлари, магнит ўзакларининг хоссалари, чулғамларининг уланиши, ўткинчи жараёнларни ҳисоблаш усуллари ва физик жараёнларнинг кенг математик формулаларда ўрганилган. Куч трансформоторларининг техник холатлари янги замонавий тепловизор Testo-880 ёрдамида аниқланган. Трансформоторлардан чиқиб истеъмолчиларга еткизилаётган электр энергиясини сифат курсатгичлари AR5 анализатори ёрдамида аниқланган. Трансформоторларда электр энергия исрофи хисоблаш усулари келтирилган. Трансформаторларида электр энергия исрофини камайтириш чора-тадбирлари ишлаб чиқилган.*

Иккиламчи чулғам қисқа туташтирилган трансформаторларнинг бирламчи чулғамига синусоидал ўзгараётган кучланишнинг шундай қийматини узатайликки бирламчи ва икиламчи чулғамлардаги ток $I_1$ ва $I_2$ лар ўзларининг номинал қийматларига тенг бўлсин. $I_1$ ва $I_2$ токлар бирламчи $I_1W_1$ ва иккиламчи $I_2W_2$ м.ю.к. ларни ҳосил қиладилар. Улар ўзаро таъсир этиб магнит ўзакда иккала чулғамнинг кесиб ўтувчи $Ф_к$ магнит оқимини ҳосил қиладилар. Бундан ташқари $I_1W_1$ ва $I_{2'}W_2$ м.ю.к. лар бирламчи $Ф_{\sigma1}$ ва иккиламчи $Ф_{\sigma2}$ тарқоқ магнит оқимларини ҳосил қиладилар. Мазкур оқимлар ҳар қандай чулғамларда уларнинг м.ю.к. лари ёрдамида ҳосил бўладилар ва фақат мазкур чулғамларни кесиб ўтадилар деб фараз қиламиз (1–расм). Магнит оқим $Ф_к$ бирламчи ва иккиламчи чулғамларда $E_{1к}$ ва $E_{2к}$ э.ю.к.

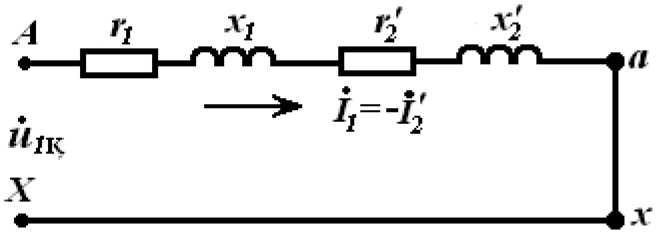
ларини, тарқоқ оқимлар эса $\dot{E}_{\sigma_1} = -j\dot{I}_1 \cdot X_1$ ва $\dot{E}_{\sigma 2} = -j\dot{I}'_2 \cdot X'_2$ э.ю.к. ларни индуктивлайдилар. У ҳолда (3) ва (4) га кўра бирламчи ва иккиламчи чулғамлар э.ю.к. лари тенгламалари қуйидагича бўлади:

$$\dot{u}_{1к} = -\left(E_{1к} - jI_1 \cdot X_1 - I_1 \cdot r\right) = -\dot{E}_{1к} + \dot{I}_1 Z_1; \qquad (1)$$

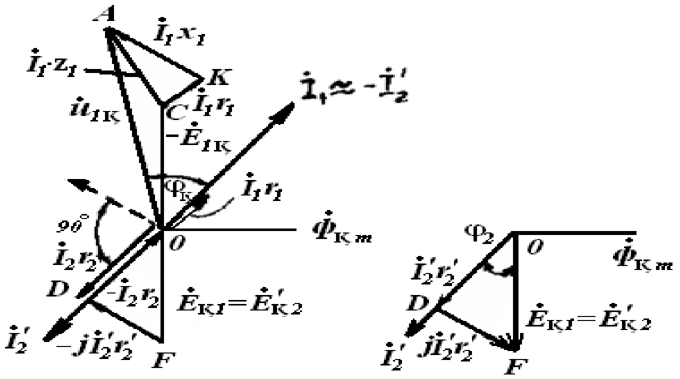
$$\dot{u}'_{2к} = -\dot{I}'_2\left(r_2 + jX'_2\right) = \dot{E}_{2к} - \dot{I}_{2к} \cdot Z'_2 = 0 \qquad (2)$$




**1-расм. Трансформаторнинг қисқа туташгандаги тарқоқ магнит оқимлари**




**2-расм. қисқа туташувдаги алмаштириш схемаси**.




**2-расм. қисқа туташган трансформаторнинг вектор диаграммаси**

Бирламчи кучланиш $u_{1к}$ номинал кучланишнинг 5-10% нигина ҳосил қилганлиги сабабли ўзакдаги асосий магнит оқим $Ф_к$ва уни ҳосил қилаётган $\dot{F}_0 = \dot{I}_0 \cdot w_1$ м.ю.к. ларнинг қийматлари жуда кичик ва уларни ҳисобига олмаса ҳам бўлади.

У ҳолда трансформаторнинг қисқа туташув режимида унинг м.ю.к. лар тенгламалари (2,) ва (3) тенгламаларга кўра

$$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 \approx 0 \qquad \text{ёки} \qquad \dot{I}_1 \approx -\dot{I}_2^1 \tag{3}$$

бўлади.

Юқоридаги (2) ва (3) лардан фойдаланиб (1) ни қуйидагича кўринишда ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} U_{1k} &= I_1 Z_1 + \dot{I}_1 \cdot Z_2^1 = I_1 \cdot \left[ (r_1 + jX_1) + (r_2^1 + jX_2^1) \right] = \\ &= \dot{I}_1 \left[ (r_1 + r_2^1) + j(X_1 + X_2^1) \right] = \dot{I}_1 + (r_k + jX_k) = \dot{I}_1 \cdot Z_k \end{aligned} \tag{4}$$

Юқорида келтирилган $r_k = r_1 + r_2^1$, $X_k = X_1 + X_2^1$ ва $Z_k = \sqrt{r_k^2 + X_k^2}$

қаршиликлар трансформаторнинг қисқа туташув параметрлари дейилади.

Юқоридаги (4) тенгламани ток $I_1$ нисбатан ечсак:

$$I_1 = \frac{U_{1к}}{Z_1 + Z_2'} \tag{5}$$

Демак, иккиламчи чулғами қисқа туташса ва бирламчи чувлғамга $U_{1k}$ кучланиш уланса, у ҳолда қаршиликлари $Z_1$қ$r_1$+j $x_1$ ва $Z_2^1 = r_2^1 + jx_2^1$ бўлган бирламчи ва иккиламчи чулғамлари кетма-кет уланган трансформатор билан алмаштириш мумкин. Бундай схемани юқорида кўрилган (2-расм) схемадан магнитловчи ток $I_0$ ни нолга тенглаштириб ҳосил қилиш мумкин $\left(Z_c^1 = 0 \quad ва \quad Z_m \approx \infty\right)$ Агар $Ф_к$ –қисқа туташувдаги асосий магнит майдони вектори бўлиб, уни ихтиёрий йўналишда жойлаштирилса (3-расм), шу оқимнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларда индуктивлаган $\left(\dot{E}_{1k} = \dot{E}_{2k}^1 = O\overline{F}\right)$

э.ю.к. лар векторлари Ф$_к$-дан $90^0$ га кечикади. $E^1_{2k}$ векторига $\Psi_{2k} = arctg\left(x'_2 \ / r'_2\right)$ бурчак остида иккиламчи ток $I'_2$ вектори жойлаштирилади. $I'_2$ дан $90^0$ кечикувчи тарқоқ э.ю.к. $E'_{2\ k}$ векторига $\Psi_{2k} = arctg\left(x'_2 \ / r'_2\right)$ бурчак остида иккиламчи ток $I'_2$ вектор жойлаштирилади. $I'_2$ дан $90^0$С га кечикувчи торқоқ э.ю.к. $\dot{E}'_{\delta 2} = -j\dot{I}'_2 \cdot x'_2$ вектори ва ток $\dot{I}'_2$ вектор билан акс фазада бўлган - $\dot{I}'_2 \cdot r'_2$ векторлари жойлаштириладилар. Юқоридаги (2) тенгламада келтирилганга биноан, э.ю.к. $\dot{E}'_{2k}, -j\,I'_2\ x'_2$ *ва* $-I'_2 \cdot r'_2$ ларнинг геометрик йиғиндисини аниқласак, ўз-ўзига берк тўғри бурчакли учбурсак OFD ни ҳосил қиламиз. Бироқ қисқа туташув вектор диаграммасини қурганда (3) тенгламадан ҳам фойдаланиш мумкин. Бу ҳолда, э.ю.к. $-j\,\dot{I}'_2\ x'_2$ *ва* $-\dot{I}'_2\ r'_2$ лар векторини эмас, балки мос равишда уларга тенг, аммо қарама-қарши йўналган (акс фазада бўлган) индуктив ва актив кучланишлар пасаюви $j\dot{I}'_2\ x'_2$ *ва* $\dot{I}'_2\,r'_2$ ларини (3-расм) жойлаштирамиз. (4) тенгламага кўра бирламчи ток $\dot{I}_1$ *вектори* $\dot{I}'_2$ векторига тенг ва акс фазада бўлади.

Бирламчи кучланиш вектори $\dot{U}_{1k} = O\overline{A}$ ни (1) тенгламадаги кучланиш ташкил этувчилари $\dot{E}_{1k} = \overline{O}\sigma, \dot{I}_1 r_1 = \overline{\sigma}k$ ва $j\dot{I}_1 x_1 = \overline{k}A$ ёрдамида қуриш қулайроқдур. $\dot{I}_1$ токнинг $\dot{U}_{1k}$ кучланишга нисбатан фазаси $\varphi_k$ бурчак билан ифодаланади.

Шу вектор диаграммасини 2-расмда) келтирилган алмаштириш схемаси ёрдамида қайта қурсак, ўзининг содда ва аниқлиги билан фарқланувчи қисқа туташув учбурчагига айланади.

Бунинг учун бирламчи ток $\dot{I}_1$ ни ордината ўқига мусбат йўналишда жойлаштирамиз (4-расм) ва маълум бўлган усул билан кучланишлар пасаюви $\dot{I}_1 \cdot Z_1$ *ва* $\dot{I}_1 Z'_2$ ларини кўрамиз. Кучланишлар пасаюви векторларини қўшиш кетма-кетлиги ўзгаришида фарқ бўлмайди. Шунинг учун, 0 нуқтадан бошлаб (4-расм) кўрсатилганидек кетма-кетликда узлуксиз чизиқлар билан чизишимз мумкин. OBA учбурчаги қисқа туташуви учбурчаги деб аталади. Унинг катетлари U$_k$ қисқа туташув кучланишининг актив ва индуктив ташкил

этувчиларини ҳосил қиладилар ва трансформаторнинг актив ва индуктив қисқа туташув кучланишлари деб аталади.

4-расмдан кўринадики,

$$\text{tg}\,\varphi_k = \frac{BA}{OB} = \frac{X_k}{r_k} \quad \textbf{(7)}$$

Трансформаторларнинг эксплуатациясида ишлатиладиган қисқа туташув учбурчаги учун $I_1қI_{1Н}$ токи олиниб, учбурчакнинг ҳамма томонлари номинал кучланиш $U_{1Н}$ нинг фоизига келтирилади. Бунда, уларга вектор тусини бермасдан, соддалаштирилган ҳолда чизишимиз мумкин (4-расм).

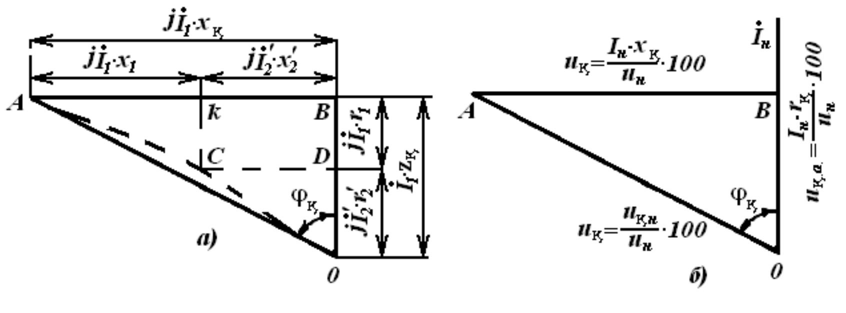
Шундай қилиб,

$$OB = u_{k.a} = \frac{I_H \cdot r_k}{u_H} \cdot 100;$$

$$BA = u_{k.p} = \frac{I_H \cdot z_k}{u_H} \cdot 100; \quad (8)$$

$$OA = u_k = \frac{I_H \cdot z_k}{u_H} \cdot 100.$$

Бунда $u_{қ.а}$ ва $u_{қ.р}$ лар қисқа туташув кучланишининг актив ва реактив ташкил этувчилари деб аталади.



**4-расм. Трансформаторнинг қисқа туташув учбурчаклари**.

**ХУЛОСА**

Қишлоқ хўжалиги электр тормоқларида фойдаланилаётган трансформоторларнинг характеристикаларини ўрганиш жараёнида мавжуд электр энергия исрофини ўрганилади ҳамда ҳозирги кунда транформаторлардаги электр энергия исрофини ҳисоблаш усуллари замонавий математик дастурларни

қўллаган ҳолда ҳисоблаш усуллари амалга оширилади.

Трансформаторлардаги электр энергия исрофларини ҳисоблашнинг янги замонавий усуллари ва исроф турларини аниклаш жуда катта аҳамиятга эга.

Трансформаторлардаги электр энергия исрофларини ҳисоблаш ва исроф турларини аниклаш қишлоқ хўжалигида электр тармоқларини лойихалащда ва электр таъминотида катта ўрин тутади.

**Фойдалинилган адабиётлар**


1. И.А.Каримов “Жаҳон молиявий–иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари китоби.
2. А.Раджабов, М.Ибрагимов, А.Бердышев Энергия тежамкорлик асослари, Ўқув қўлланма, Тошкент ,2009й.
3. И.А.Каримов 2013 йилда республикани ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014 йилги иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор вазифалари тўғрисида. Маърифат газетаси 2014 йил 22 январ, №7 (8656)
4. ҚодировТ.М., АлимовХ.А. «Саноат корхоналарининг электр таъминоти» Ўқув қўлланма, Т.: ТДТУ, 2006, 236 б.
5. ЎсмонхўжаевН.М., ЁқубовБ., ҚодировА., СоғатовҒ. Электр таъминот.Т.:”Фан ва технология”, 2007, 432 б