

## 6-ma'ruza: Tashqi tavsifi, quvvat isroflari va FIK

### Reja:

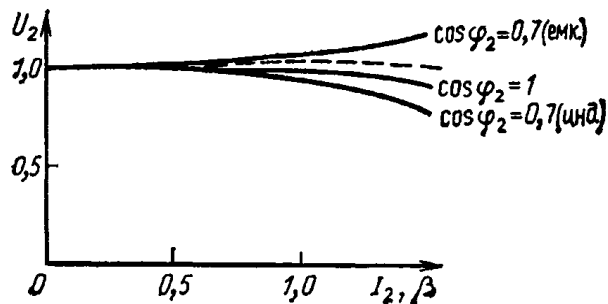
1. Transformatorlarning tavsifi
2. Transformatorlarning quvvat isroflari va FIK

### 1. Transformatorlarning tavsifi

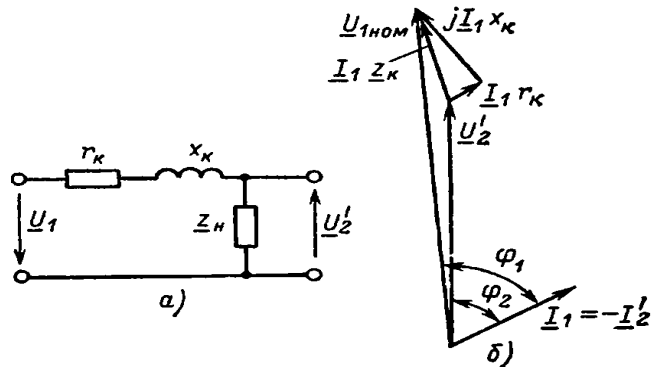
Salt ishlash va qisqa tutashuvning tavsiflari bilan birga FIK ni yuklamaga bog'liqligi transformatorlarning tashqi xarakteristikalari hisoblanadi.

Transformatorning tashqi xarakteristikasi deb ikkinchi cho'lg'amning  $U_2 = f(\beta)$  yoki  $U_2 = f(I_2)$   $\beta = \frac{I_2}{I_{2nom}}$  yuklamalari bo'yicha quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi_2$  har xil qiymatlaridagi va tarmoqning birinchi kuchlanishi va chastotasi o'zgarmagan holdagi kuchlanishga bog'liqlik grafigiga aytiladi. (6.1-rasm)

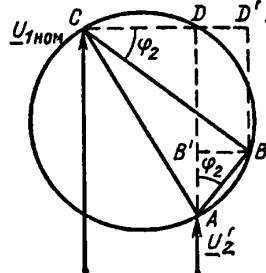
Kuch transformatorlarda salt ishlash toklari kata emas. Shuning uchun ikkilamchi kuchlanishlar aniqlanganda transformator o'rnini bosuvchi qisqartirilgan sxemalardan foydalaniladi, ularning ichki qarshiligi qisqa tutashuvning  $z_k = r_k + jx_k$  qarshiligi bilan aniqlanadi.



6.1-rasm. Transformatorning tashqi xarakteristikasi



6.2-rasm. a) joylashuv sxemasi b)  $\Delta u\%$  aniqlanadigan vektor diagrammasi



6.3-rasm.  $\Delta U$  ni aniqlash uchun qo'shimcha qurilma sxemasi  
Ikkilamchi kuchlanishni foizli o'zgarishini aniqlash uchun

$$\Delta u = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \cdot 100\% = \frac{U_{1nom} - U_2}{U_{1nom}} \cdot 100\% \quad (6.1)$$

qisqartirilgan sxemaga (6.2- a) rasm) va vector diagrammasiga (6.2-b) rasm) e'tiborni qaratish lozim.

$\Delta u$  %ni aniqlash uchun ba'zi bir oddiy o'zgarishlar o'tkazamiz 6.3 b) rasmdagi vektor diagramma qismini kattalashtirilgan masshtabda tasvirlaymiz (6.3-rasm) 6.3- rasmdan

$$\Delta u = \frac{U_{1nom} - U_2}{U_{1nom}} = 1 - \frac{U_2}{U_{1nom}} = 1 - \frac{1}{U_{1nom}} \left( \sqrt{U_{1nom}^2 - CD^2} - AD \right) \quad (6.2)$$

$$n = \frac{CD}{U_{1nom}} \text{ va } m = \frac{AD}{U_{1nom}} \text{ ni belgilab}$$

$$\Delta u = 1 - \left( \sqrt{1 - n^2} - m \right) \quad (6.3)$$

$$\sqrt{1 - n^2} \approx \sqrt{1 - \frac{n^2}{2}} \text{ ni almashtirib}$$

$$\Delta u = 1 - 1 + \frac{n^2}{2} + m = m + \frac{n^2}{2} \quad (6.4)$$

$$\Delta u = \beta \left( u_{a,k} \cos \varphi_2 + u_{p,k} \sin \varphi_2 \right) + \beta^2 \frac{\left( u_{p,k} \cos \varphi_2 - u_{a,k} \sin \varphi_2 \right)^2}{200} \quad (6.5) \text{ ni olamiz}$$

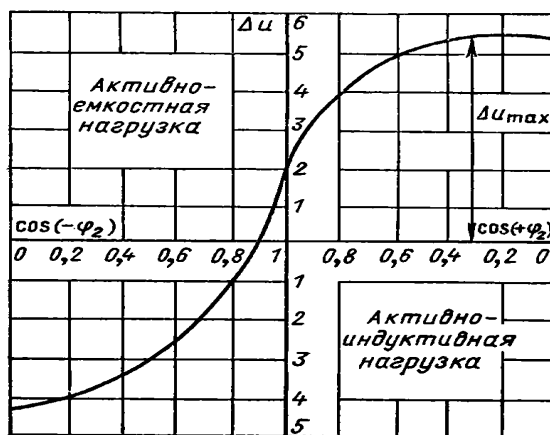
Vektor diagrammasidagi ACB uchburchagi qisqa tutashuv uchburchagidir. Uning BC kateti  $u_{p,k}$  qisqa tutashuvni reaktiv kuchlanishini, AB kateti esa  $u_{a,k}$  faol tarkibini tavsiflaydi. Odatda (6.2) ikkinchi qismini e'tiborga olmasak va ikkilamchi kuchlanishning yuklama koeffitsientiga bog'liqligi yoki aktiv quvvatning nominal quvvatga nisbati orqali aniqlanadi. Quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\Delta u = \beta \left( u_{a,k} \cos \varphi_2 + u_{p,k} \sin \varphi_2 \right) \quad (6.6)$$

Bunda kuchlanish isrofi yuklama koeffitsienti  $\cos \varphi_2 \beta$  va quvvat koeffitsientiga hamda qisqa tutashuv kuchlanishini aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarga bog'liqligi aniqlanadi.

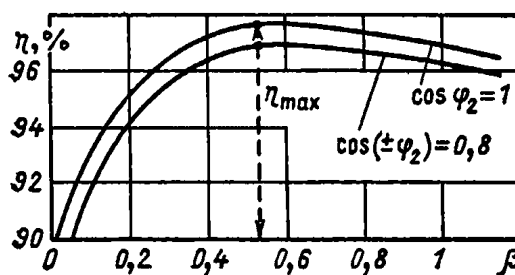
Aktiv yuklamada  $I_2$  tokni oshishida reaktiv kuchlanish oshishi tufayli ikkinchi cho'lg'amdagi kuchlanish oshadi. Kuchlanish tushuvi tufayli aktiv va aktiv-induktiv yuklamalarda  $z_2$  ichki qarshilik  $u_2$  pasayadi.

2.59 rasmda bir nominalga teng bo'lgan o'zgarimas tok  $\Delta U$  ni  $\cos \varphi_2$  ga bog'liqligi ko'rsatilgan. Transformatorida maydon paydo qilish uchun reaktiv quvvat zarur. Bu quvvat soddalashtirilgan sxemalar  $x_k$  orqali aniqlanadi. Aktiv sig'imli yuklamada reaktiv quvvat transformatorida maydon hosil qilish uchun yuklamadan olinadi. Yuklamada sig'im kattalashgan sari reaktiv quvvat transformatorida maydon hosil qilish uchun sarflanadi, ortiqchasi birinchi tarmoqqa beriladi. Bunda EYUK  $E_1 = E_2$  ortadi, bu esa transformatoridagi oqimning ko'payishi va kuchlanishning oshishiga olib keladi.



6.3- rasm. Nominalga teng bo'lgan tokning  $\Delta u = f(\cos \varphi_2)$  kuchlanishga bog'liqlik grafigi

## 2. Transformatorlarning quvvat isroflari va FIK



6.4-rasm .  $\cos \varphi_2$  qiymati o'zgarmaganda FIK ni yuklamaga bog'liqlik grafigi

Transformatoridagi F.I.K birinchi cho'lg'amdanda ikkinchi cho'lg'amga teskari beriladigan bog'liqlik va quvvat o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. Transformatorning g F.I.K 6.7 formula bilan aniqlanadi.

$$\eta = \frac{P_2}{(P_2 + \sum P)} = 1 - \frac{\sum P}{(P_2 + \sum P)} \quad (6.7)$$

Bu yerda  $\sum P$ - transformatorning isrof summasi ;  $P_2$ - ikkinchi cho'lg'amdagi quvvat Ikkinchi cho'lg'amdagi quvvat 6.8 formula bilan aniqlanadi.

$$P_2 = mU_2 I_2 \cos \varphi_2 \quad (6.8)$$

Bu yerda  $P_{2nom}$  - transformatorning  $\cos \varphi_2 = 1$  bo'lgandagi nominal quvvati;  $\beta$ - Yuklama koeffitsienti.

GOST FIK ni quyidagi formula bo'yicha aniqlashni tavsiya etadi

$$\eta = 1 - \frac{P_{x,nom} + \beta^2 P_{k,nom}}{\beta P_{2nom} \cos \varphi_2 + P_{x,nom} + \beta^2 P_{k,nom}} \quad (6.9)$$

Bu yerda  $P_{x,nom}$  - nominal kuchlanish va chastotada salt ishlash yo'qotishi;  $P_{k,nom}$  nominal tokda qisqa tutashuvning yo'qotishi.

Qisqa tutashuvdagi yo'qotishlar metal cho'lg'amlardagi asosiy yo'qotishlardan (misdagi yo'qotishlardan) tok elementlari qismlaridagi yo'qotishlardan shuningdek qo'shimcha yo'qotishlardan ya'ni transformator konstruksiyalardagi ferromagnit qismlarida bak devorlarida preslovchi boltlardan va transformatorning boshqa konstruktiv qismlaridan iborat. Bu qo'shimcha yo'qotishlar 100000 KVA kuchlanishdagi transformatorlarda va 20-25 % li qisqa tutashuvlarda bo'ladi.

FIKni yuklamaga bog'liqligi 6.4 rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda ko'rinib turibdiki  $\eta = f(\beta)$  bog'liqlikdan  $\frac{d\eta}{d\beta}$  yuqori chetlanishga ega ekanligi aniqlash mumkin.

F.I.K salt ishlash yo'qotishlari misdagi yo'qotishlarga teng bo'lganda maksimal holatga etadi. Bunda  $P_{x,nom} = \beta^2 P_{k,nom}$  ya'ni doimiy yo'qotishlar tenglashganda yuklamaga bog'liq bo'lmagan doimiy yo'qotishlar  $P_{x,nom}$  – yuklamadagi o'zgaruvchan isrof  $\beta^2 P_{k,nom}$  transformatorlarda misdagi isrof. Salt ishlash isrofi va misdagi isrofnings tengligidan quyidagi kelib chiqadi.

$$\beta_m = \sqrt{\frac{P_{x,nom}}{P_{k,nom}}} \quad (6.10)$$

Transformatorlarni loyihalashda mis va po'tatdagi isroflar orasidagi bog'liqlikni ya'ni ularning massalari orasidagi bog'liqlikni o'zgartirish mumkin.

Moyli kuch transformatorlari quyidagicha hisoblanadi;

$$P_{x,nom} \div P_{k,nom} \approx (1 \div 4) \div (1 \div 6) \quad (6.11)$$

Shuning uchun FIK 0,5-0,7 yuklama nominalida maksimalga etadi. (6.4 rasm) Shunday qilib egri FIK da maksimalni tanlash hisoblovchiga bog'liq. Odatda energo tizimida transformatorlarga kuchlanish etmagan holatda ishlaydi ya'ni FIKning qiymati maksimal bo'lgan holatda.

FIKni maksimal qiymatga etkazish uchun peregruzka vaqtida uning cho'lg'amlariga ko'proq mis o'rash kerak ya'ni cho'lg'amlarda tok zichligini kamaytirish lozim. Bunday transformatorlar qimmat turadi.

Reaktiv quvvat uzatilayotganda  $\cos\varphi_2$  kamayganda FIK ham kamayadi. (6.4 rasm)

Odatda transformatorlar sutka va yil davomida bir tekisda yuklanmaydi. Chunki tunda, yoz faslida kuz qish paytlarida elektr energiya iste'moli max darajaga etadi. Shuning uchun energo tizimida transformatorlardan foydalanishni baholashda yillik FIK haqida so'z yuritiladi