

## 15-ma'ruza: Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'ami o'ramlari soniga keltirish.

Reja:

1. Rotor chulg'ami parametrlari

2. Stator chulg'ami o'ramlari soni

3. Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'amiga keltirish

Rotori tormozlangan faza rotorli asinxron mashinada elektromagnit jarayon. Rotori qo'zg'almas bo'lgan asinxron mashina xuddi transformator kabi ishlaydi. Rotori qo'zg'almas bo'lganda (bunda,  $s = 1$ ) mashinaning stator va rotor chulg'amlarida bir xil ( $f_2 = f_1$ ) chastotali EYuK lar hosil bo'ladi va ular quyidagicha aniqlanadi:

$$E_1 = 4,44 f_r w_1 \Phi_{\max} ; \quad (11.2)$$

$$E_2 = 4,44 f_r W_2 \Phi_{\max} , \quad (11.3)$$

bu yerda: kch.1, kch.2 - stator va rotorning chulg'am koeffitsientlari;  $W_1, W_2$

- stator va rotor chulg'ami bitta fazasining o'ramlar soni;  $\Phi_{\text{max}}$  - magnit oqimning maksimal qiymati.

(11.2) ning (11.3) ga nisbati:

$$E_1 / E_2 = W_1 k_{ch.1} / (W_2 k_{ch.2}) = k_E \quad (11.4)$$

$k_E$  - rotori qo'zg'almas asinxron mashinada kuchlanishni transformatsiyalash koeffitsienti deyiladi.

Agar faza rotorli asinxron mashinaning rotor chulg'ami ochiq bo'lsa undan tok o'tmaydi va bu holatni salt ishlash rejimi deyiladi. Bunday rejim statorda bo'ladigan elektromagnit jarayonga ta'sir qilmaydi. Salt ishlayotgan asinxron mashina statorining fazaviy chulg'amlari uchun EYuK lar muvozanat tenglamasi transformatoridagi kabi quyidagicha yoziladi:

$$U_1 + E_1 + E_{a1} = I_0 r_1 , \quad (11.5)$$

$$\text{bu yerda: } E_{CT1} = 4,44 f_1 W_1 k_{ch.1} \Phi_{CT1} \quad (11.6)$$

- tarqoq magnit oqimi  $\Phi^1$  stator chulg'amida hosil qilgan tarqoq EYuK;  $I_0 r_1$  - stator chulg'ami aktiv qarshiligida kuchlanish pasayishi.

(11.5) formula asosida va salt ishlashda stator chulg'amidagi tok  $I_0 = I_{0r} + I_{0a}$  ekanligini hisobga olgan holda, asinxron mashinaning vektor diagrammasini qurish mumkin. Bu diagramma salt ishlayotgan transformator diagrammasidan (3.2,b- rasm) vektorlar uchun tanlangan masshtab bilan farq qiladi, xolos. Bunga sabab, asinxron mashinada havo oralig'i mavjudligidan salt ishlash toki  $I_0$  transformatornikidan miqdor jihatdan taxminan  $10^{12}$  marta katta, ya'ni umumiy maqsadli asinxron motorlarda nominal toki  $I_N$  ning 20-40% ni tashkil qiladi.

Asinxron mashinalarda salt ishlash toki  $I_0$  ning katta bo'lishi ulardagi eng asosiy kamchilik bo'lib, u stator chulg'amidagi elektr isrofni oshiradi va mashinaning quvvat koeffitsienti  $\cos\theta$  ni kamaytiradi. Salt ishlash toki  $I_0$  ni kamaytirish uchun asinxron mashinalardagi havo oralig'i zavod tomonidan iloji boricha (konstruktiv va texnologik nuqtai nazardan) kichik qilib tayyorlanadi. Masalan, quvvati 5 kVt gacha bo'lgan asinxron motorlarda stator va rotor orasidagi havo oralig'i 0,1-0,3 mm ni tashkil qiladi.

Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'amiga keltirish. Asinxron mashinalarda rotor va stator chulg'amlar o'ramlari soni har xil bo'lganligi tufayli ulardagi elektromagnit jarayonni o'rganishda qiyinchilik tug'iladi. Buni bartaraf etish maqsadida hisobiy usuldan foydalaniladi, ya'ni rotor chulg'amining o'ramlar soni stator chulg'ami o'ramlar soniga keltiriladi. Bu holda asinxron mashinaning tarmoqdan olayotgan aktiv va reaktiv quvvatlari, FIK va  $\cos\theta$  o'zgarmay qolishi kerak.

Stator va rotor chulg'amlarining tegishli  $F_1$  va  $F_2$  MYuK lari to'liqlarining aylanish chastotalari o'zaro teng bo'lgandagina asinxron mashina ishlay oladi. Demak, stator va rotor bir xil juft qutblari soni ( $p_1 = p_2 = p$ )ga ega bo'lishi kerak. Bu shart bajarilganda rotor MYuK to'liqini stator MYuK to'liqiga nisbatan qo'zg'almas bo'lib o'zaro ta'sirlashadilar. Natijada

asinxron motorda statordan rotorga elektromagnit quvvat uzatiladi. Asinxron motorning ishlash jarayonida stator va rotor chulg'amlaridagi toklar mashinada tegishli  $F_1$  va  $F_2$  MYuK larni hosil qiladi. Bu MYuK larning birgalikda ta'sir etishidan statorga nisbatan sinxron chastota  $n_1$  bilan aylanadigan umumiy magnit oqim vujudga keladi. Uning qiymati quyidagiga teng:

$$\Phi = (F_1 + F_2) / R_m = F_0 / R_m, \quad (11.7)$$

bunda  $R_m$  - motor magnit zanjirining oqim  $\Phi$  ga ko'rsatadigan magnit qarshiligi;  $F_0$  - miqdor jihatdan salt ishlashdagi stator chulg'ami MYuK ga teng bo'lgan motorning natijaviy MYuK:

$$F_0 = 0,45 m_1 I_0 W_1 \text{ kch.1/ p}; \quad (118)$$

$I_0$  - stator chulg'amida saltgi ishlash toki, A.

Valiga yuklama ulangan ish rejimida motorning bitta qutbiga to'g'ri keladigan stator va rotor chulg'amlarining MYuK lari quyidagilarga teng bo'ladi:

$$F_1 = 0,45 m_1 I_1 W_1 \text{ kch.1/ p}; \quad (119)$$

$$F_2 = 0,45 m_2 I_2 W_2 \text{ kch.2/ p}; \quad (11.10)$$

bunda:  $m_2$  - rotor chulg'amida fazalar soni;  $k_{ch2}$  - rotor chulg'aming chulg'am koeffitsienti;  $p$  - mashina juft qutblari soni;  $W_2$  - rotor chulg'ami o'ramlari soni.

Motor valiga qo'yilgan yuk o'zgarganda stator va rotor chulg'amlaridagi  $I_1$  va  $I_2$  toklar o'zgaradi, bu esa shu chulg'amlardagi MYuK lar ( $F_1, F_2$ )ning tegishli o'zgarishiga olib keladi. Lekin bunda asosiy magnit oqim  $F$  o'zgarmay qoladi, chunki stator chulg'amiga berilgan kuchlanish  $U_1 = \text{const}$  va stator chulg'aming EYuK  $E_1$  bilan deyarli to'la muvozanatlashadi:

$$U_1 \ll (-E_1). \quad (11.11)$$

EYuK  $E_1$  asosiy magnit oqim  $F$  ga mutanosib bo'lganligidan mazkur oqim, valdagi yukning o'zgarishidan qat'iy nazar deyarli o'zgarmay ( $F \ll \text{const}$ ) qoladi. Shu sababli  $F_1$  va  $F_2$  larning o'zgarishiga qaramasdan, natijaviy MYuK o'zgarmay qoladi, ya'ni  $F_0 = F_1 + F_2 = \text{const}$  bo'ladi.

Keltirilgan chulg'am va haqiqiy chulg'am o'ramlar sonida mashinaning magnit oqimi  $\Phi_{\text{max}}$  o'zgarmay qolishi kerak, ya'ni:

$$\Phi_{\text{max}} = E_2 / (4,44 W_2 \text{ kch.2} \cdot f_1) = E_2 / (4,44 W_1 \text{ kch.1} \cdot f_0) = \text{const}, \quad (11.12)$$

135

bunda rotor tormozlangan holatda ( $s = 1$ ) uning chulg'amidagi EYuK chastotasi  $f_2 = f_1$  bo'lishligi hisobga olingan.

(11.12) shartidan rotor chulg'aming keltirilgan EYuK  $E_2$  quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_2 = E_1 \cdot (W_1 \text{ kch.1} / (W_2 \text{ kch.2})) = k_E E_1 \quad (1113)$$

bu yerda:  $k_E = (W_1 \text{ kch.1}) / (W_2 \text{ kch.2}) \quad (11.14)$

- rotori tormozlangan asinxron mashina EYuK lari va kuchlanishlari uchun keltirish koeffitsienti.

Transformatoridagi singari keltirilgan va haqiqiy chulg'am MYuK larining o'zgarmay qolishi  $[(m_1 W_1 k_{ch1}) I_2 = (m_2 W_2 k_{ch2}) I_1]$  shartidan rotor chulg'aming keltirilgan toki  $I_2$  ni aniqlaymiz:

$$I_2 = [(m_2 W_2 \text{ kch.2}) / (m_1 W_1 \text{ kch.1})] I_1 = I_2 / k_I = I_1, \quad (11.15) \text{ bu yerda } k_I = (m_1 W_1 \text{ kch.1}) / (m_2 W_2 \text{ kch.2}) = (m_1 / m_2) \cdot k_E \quad (11.16)$$

- rotori tormozlangan asinxron mashina toklari uchun keltirish koeffitsienti. Shunga e'tibor berish kerakki, asinxron mashinada  $k_I \Phi = k_E$ , chunki umumiy holda stator chulg'ami fazalari soni  $m_1$  bilan rotor chulg'ami fazalari soni  $m_2$  bir xil emas (faqat  $m_1 = m_2$  bo'lgan faza rotorli asinxron motorlarda bu koeffitsientlar bir-biriga teng bo'ladi).

Rotor chulg'ami zanjiridagi quvvat isroflarining o'zgarmay qolishi  $[(m_2 I_2^2 r_2) = m_1 (I_1^2) r_1]$  shartidan keltirilgan aktiv qarshilik  $r_2$  ni hisoblashda (11.15) dan  $I_2$  ning qiymatini qo'yib topamiz, ya'ni:

$$r_2 = (m_2 / m_1) \cdot (I_1 / I_2)^2 \cdot r_1 = k_E k_I \cdot r_1 = k_z \cdot r_1. \quad (1117)$$

Rotoring haqiqiy va keltirilgan chulg'amlaridagi nisbiy induktiv kuchlanish pasayishlarining tengligi (ya'ni reaktiv quvvatning o'zgarmay qolishi)  $[I_2 x_2 / E_2 = x_1^2 / E_1^2]$  shartidan rotor chulg'aming keltirilgan induktiv qarshiligi  $x_2$  ni

aniqlaymiz:

$$x_2' = (E_2' / E_2) - (I_2' / I_2) x_2 = k_E k_I x_2 = k_Z x_2. \quad (11.18)$$

(11.17) va (11.18) formulalardagi  $k_E k_I = k_Z$  - rotor chulg'ami qarshiliklarini keltirish koeffitsienti deyiladi.

«Olmixon katagi» tipidagi qisqa tutashgan chulg'am uchun  $k_E$ ,  $k_I$  va  $k_Z$  koeffitsientlarni aniqlashda  $W_2 = 0,5$ ;  $m_2 = Z_2$  va  $k_{ch2} = 1$  deb qabul qilinadi. Unda  $k_E = 2W_1 k_{ch.1}$ ;  $k_I = 2 m_r W_1 k_{ch.1} / Z_2$ ;  $k_Z = 4 m_r (W_1 k_{ch.1})^2 / Z_2$ . Bunda  $Z_2$  - rotor chulg'ami sterjenlari soni (har bitta pazda bittadan sterjen), demak, rotor chulg'amida bir-biridan  $a = 2\pi / Z_2$  burchakka siljigan  $m_2 = Z_2$  ta «fazalari» bo'lib, juft qutblar soni  $p_2$  esa hamma vaqt aylanma magnit maydon juft qutblari soni  $p_1$  ga teng ( $p_2 = p_1$ ) bo'ladi.

Chulg'am parametrlari stator chulg'amiga keltirilgan rotor qo'zg'almas bo'lganda asinxron mashinaning EYuK lari hamda toklari muvozanat tenglamalari transformatornikiga o'xshagan holda quyidagicha yoziladi:

Shunday qilib, rotori qo'zg'almas bo'lgan asinxron mashinalarning nazariyasi transformatorlamiki kabi bo'lar ekan. Rotori qo'zg'almas bo'lgan asinxron mashinalar asosan induksion regulyator va fazoregulyator sifatida ishlatiladi.

$$U_1 = -E_1 + I_1(r_1 + jX_1)$$

$$E_2 = I_2'(r_2' / s + jx_2');$$

$$I_1 = I_0 + (-I_2').$$