

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК -ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА» КАФЕДРАСИ**

**“ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ ВА ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИ  
ҚАЙТА ҲИСОБЛАШ” ФАНИДАН**

**КУРС ЛОЙИҲАСИНИ БАЖАРИШ БЎЙИЧА  
УСЛУБИЙ КЎРСАТМА**

Uzoqova Nigina

**Б У Х О Р О - 2016 й**

## КИРИШ

Электр машиналари электр энергетика тизимининг асосий элементлари ҳисобланади. Электр энергиясининг асосий истемолчиси электр юритмалар (моторлар) бўлиб ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг қарийиб тўртдан уч қисмини истемол қилади. Бу электр моторларни асосий қисмини асинхрон моторлар ташкил этади. У конструкциясининг соддалиги, арзонлиги, ишда ишончлилиги сабабли саноат, қишлоқ хўжалиги ва халқ хўжалигининг барча соҳаларида кенг қўлланилади.

Таъмирдан кейинги асосий камчиликлар мотор чулғамини нотўғри ҳисоблаш ёки нотўғри ўраш билан боғлиқлигини кузатиш мумкин. Такдим этилаётган ишда Ушбу камчиликларни бартараф этиш бўйича услубий тавсиялар ишлаб чиқилган. Ўйлаймизки Ушбу тавсиялар моторларни таъмирловчи корхоналар учун фойдали бўлади.

Ишлаб чиқаришда асинхрон мотор паспорт параметрларини ўзгаришга тўғри келиши мумкин. Бунда паспорт параметрларини ўзгартиришда ҳисоблашларни тўғри бажариш муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Ишлаб чиқаришда тамирланган асинхрон моторларнинг салмоғи ортиб бормоқда. Таъмирлаш технологиясига тўла амал қилинмаганлиги туфайли мотор иш режими параметрлари паспорт параметрларига мувофиқ келмаганлигини кузатиш мумкин. Моторнинг энергетик кўрсаткичлари пасайиб кетганлиги туфайли корхонадаги исрофлар миқдорига сезиларли таъсир кўрсатмоқда. Илмий ишнинг мақсади таъмирдан кейинги синовларни корхона имкониятларидан келиб чиқиб соддароқ усуллари ишлаб чиқиш ва Ушбу синовларни ўтказиш бўйича услубий тавсиялар ишлаб чиқиш.

## Берилган паспорт параметрлар билан статор чулғамини ҳисоблаш.

Қуввати 75 кВт, айланиш тезлиги 1000 айл/мин бўлган ротори қисқа туташган уч фазали асинхрон мотор лойиҳалаштирилсин. Таъминловчи кучланиш  $U=220/380$  В, конструктив бажарилиши IM 1001; иқлимий бажарилиши IP 44.

Асинхрон двигателлар қўзғалмас статор ва айланувчи ротор қисмларда иборат. Статор айрим электротехник пўлат пластинкалардан ясалган (йиғилган) ўзак ўрнатилган бўлиб, ўзакнинг сиртидаги ариқчаларга (пазларда) учта, фазода  $120^0$ га силжиган, мис симли ўрамлар жойлаштирилади. Бу ўрамлар ўзаро юлдузча ёки учбурчак усулида уланиб уч фазали электр тармоғига қўшилади. Демак, статор чулғамларининг натижавий магнит майдони айланувчи бўлиб роторнинг чулғамларини кесиб ўтади.

А.Д.нинг ротори цилиндр шаклида бажарилиб, унинг ҳам айрим электротехник пўлат пластинкаларидан ясалган ўзаги ариқчаларида (пазларида) чулғам жойлаштирилган. А.Д.-лар ротор чулғами ясалиши жиҳатидан иккига бўлинади. Шунга мувофиқ ротор қисқа туташган А.Д. ёки алюминий магиз таёқча (стерженлар) дан бажарилган бўлиб, бундай А.Д.нинг ротори қисқа туташган А.Д. дейилади.

### Асосий ўлчамларни ҳисоблаш.

Асинхрон моторни асосий ўлчамлари: айланиш ўқининг баландлиги, статорни ташқи ва ички диаметри, ўзакни (ҳаво оралиғини) узунлигини аниқлаймиз.

1. Жуфт кутблар сони  $p=50 \cdot f_1=60 \cdot 50/1000=3$

Асосий улчамларни аниқлаш.  $h=0.225$  м,  $D_a=0.392$  м

2. 1-расмдан айланиш уқининг баландлигини аниқлаймиз.

2-жадвалдан энг яқин кийматни аниқлаймиз

3. Статорнинг ички диаметри

$D=K_d \cdot D_a=0.66 \cdot 0.392=0.259$  м

$K_d$  ни кийматини 3-жадвалдан оламиз.

Кутб булинмаси

$\tau = \pi D / 2p = 3,14 \cdot 0.259 / 2 \cdot 2 = 0.203$  м

5. Моторнинг ҳисобий қуввати

$P_1 = P_2 \cdot \frac{k_e}{\eta \cdot \cos \varphi} = 75000 \cdot 0.98 / (0.89 \cdot 0.88) = 93367$  Вт

6. Электромагнит юкламани 5-расмдан аниқлаймиз.  $D_a=0.392$  м

7. Бир катламли чулғам учун чулғам коэффициенти  $K_{ob}=0,95$

Моторнинг бурчак тезлиги

$$\Omega = 2\pi \cdot f_1 / p = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 / 3 = 104 \text{ рад/с}$$

8. Хаво оралигини ҳисобий узунлиги

$$l_\delta = \frac{P_1}{k_B \cdot \Omega \cdot D^2 \cdot k_{об} A \cdot B_\delta} = 93367 / (1,11 \cdot 157 \cdot 0,259 \cdot 0,95 \cdot 0,81) = 0,371 \text{ м}$$

$$\lambda = l_\delta / \tau = \text{нисбатни ҳисоблаймиз}$$

$$\lambda = l_\delta / \tau = 0,371 / 0,203 = 1,83$$

нисбат берилган чегарада булгани учун ҳисоблашларни давом эттирамиз

Статор чулгами пазлари ва урамлари сонин ва кесим юзасини аниқлаш

10. Тиш булинмасини чегаравий кийматларини 8-расмдан аниқлаймиз

11. Статордаги тишлар сони:

$$Z_{1\min} = \pi D / t_{1\max} = 3,14 \cdot 0,259 / 0,014 = 58$$

$$Z_{1\max} = \pi D / t_{1\min} = 3,14 \cdot 0,259 / 0,012 = 68$$

Пазлар сонини  $Z_1 = 60$  деб қабул қиламиз. у холда:

$$q = Z_1 / 2pm = 60 / (2 \cdot 2 \cdot 3) = 5$$

12. Статорнинг тиш булинмаси

$$t_1 = \pi D / (2\pi \cdot m \cdot q) = 3,14 \cdot 0,259 / (2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5) = 0,014 \text{ м}$$

13.  $a = 1$  деб олиб паздаги эффе́ктив утказгичлар сонини аниқлаймиз

Статорнинг номинал токи:

$$I_{1н} = \frac{P_2}{(m \cdot U_{1н} \cdot \eta \cdot \cos \varphi)} = 75000 / (3 \cdot 220 \cdot 0,89 \cdot 0,88) = 145,1 \text{ А}$$

$a = 2$  деб қабул қиламиз, у холда

$$u_n^* = \pi \cdot D \cdot A / (I_{1н} \cdot Z_1) = 3,14 \cdot 0,259 \cdot 28000 / (145,1 \cdot 60) = 3$$

$$U_{п} = U_{п'} \cdot a = 3 \cdot 2 = 6$$

15. Статор чулгами урамлари сони

$$\omega_1 = \frac{U_n Z_1}{2am} = 6 \cdot 60 / (2 \cdot 3 \cdot 2) = 30$$

Электромагнит юклама

$$A = \frac{2I_{2н} \omega_1 m}{\pi D} = 2 \cdot 3 \cdot 145,1 \cdot 30 / (3,14 \cdot 0,259) = 32148 \text{ А/м}^2$$

Магнит оқим

$$\Phi = \frac{k_E}{4k_B \omega_1 k_{об} f_1} = 0,98 \cdot 220 / (4 \cdot 1,11 \cdot 30 \cdot 0,95 \cdot 50) = 0,034 \text{ Вб}$$

Хаво оралигидаги магнит индукция

$$B_g = 0,70$$

А ва В ларни киймати чегарада булгани учун ҳисоблашларни давом эттирамиз

16. Статор чулгамидаги ток зичлиги

$$J_1 = (AJ) / A = 190 \cdot 109 / 32,1 \cdot 103 = 5,91 \cdot 10^6 \text{ А/М}^2$$

17. Эффе́ктив утказгичнинг кесим юзаси

$$q_{\text{зэф}} = \frac{I_{1H}}{aJ_1} = 145.1/(2 \cdot 5.91 \cdot 10^{-6}) = 12.27 \text{ мм}^2$$

18. Статор чулгамидаги ток зичлиги

$$J_1 = \frac{I_{1H}}{aq_{\text{эл}} n_{\text{эл}}} = 145.1/(2 \cdot 2.20 \cdot 10^{-6} \cdot 6) = 5.50 \cdot 10^6 \text{ А/М}^2$$

Статор тишлари улчамларини ва хаво оралигини ҳисоблаш

19. 4-жадвалдан  $B_z$  ва  $B_a$  қийматларни танлаймиз, у ҳолда:

$$b_{z1} = \frac{B_{\delta} t_1 l_{\delta}}{B_{z1} l_{ct1} k_c} = (0.71 \cdot 0.014 \cdot 0.371)/(1.80 \cdot 0.371 \cdot 0.97) = 0.0055 \text{ м}$$

Статор магнит узаги ярмосининг баландлиги

$$h_a = \frac{\Phi}{2B_a l_{ct1} k_c} = 0.0339/(2 \cdot 1.6 \cdot 0.371 \cdot 0.97) = 0.0294 \text{ м}$$

20. Пазнинг андазадаги улчамлари

Пазнинг баландлиги

$$h_{II} = \frac{D_a - D}{2} - h_a = (0.392 - 0.259)/2 - 0.029 = 0.037 \text{ м}$$

$$b_1 = \frac{\pi(D + 2h_{II})}{z_1} - b_{z1} = 3.14 \cdot (0.259 + 2 \cdot 0.037)/60 - 0.005 = 0.012 \text{ м}$$

$$b_2 = \frac{\pi(D + 2h_{III} + b_{III}) - Z_1 b_{z1}}{Z_1 - \pi} =$$

$$= 3.14 \cdot (0.259 + 2 \cdot 0.001 + 0.0037) - 60 \cdot 0.0055 / (60 - 3.14) = 0.009 \text{ м}$$

$$h_1 = h_{II} - (h_{III} + \frac{b_z - b_{III}}{2}) = 0.037 - 0.001 + (0.0088 - 0.0037)/2 = 0.034 \text{ м}$$

Пазнинг козпус изоляцияси кундаланг кесим юзаси

$$S_{из} = b_{из} \cdot (2 \cdot h_n + b_1 + b_2) = 0.0004 \cdot (2 \cdot 0.037 + 0.0120 + 0.0088) = 38.1 \text{ мм}^2$$

Пазнинг кундаланг кесим юзаси

$$S'_n = \frac{b'_1 + b'_2}{2} \cdot h'_1 - S_{из} = 0.033 \cdot (0.0118 + 0.0086)/2 - 38 \cdot 10^{-6} = 303.3 \cdot 10^{-6}$$

22. Пазнинг тулдириш коэффициентини

$$k_3 = \frac{d_{из}^2 \cdot u_n \cdot n_{эл}}{S'_n} = (1.692 \cdot 6 \cdot 6) / 303 = 0.74$$

**Битта қутби ва фазасига тўғри келадиган пазлар сони касрли бўлган статор чулғамини ҳисоблаш.**

1. Қутб бўлинмаси

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_1}{2p} = \frac{3.14 \cdot 0.259}{2 \cdot 3} = 0.135 \text{ м}$$

2. Асосий магнит оқими

$$\Phi = \frac{2}{\pi} \cdot B_{\delta} \cdot l_1 \cdot \tau = 0.64 \cdot 0.70 \cdot 0.371 \cdot 0.135 = 0.0224 \text{ Вб}$$

3. Статор фаза чулғамида кетма-кет уланган ўрамлар сони

$$\omega_1 = Z_1 \cdot \frac{\omega_k}{m_1} = 60 \cdot \frac{1,5}{3} = 30 \text{ та ўрам}$$

4. Қутб ва фазадаги пазлар сони

$$q_1 = \frac{Z_1}{2pm_1} = \frac{60}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 3 \text{ тапаз}$$

5. Биринчи (асосий) гармониканинг тақсимланиш (ёйиқ чулғам) ва чулғам коэффициентлари.

$$k_{t1} = 0.96; \quad k_{ch} = k_{t1} = 0.96$$

Қутб ва фазадаги пазлар сони		1	2	3	4	5	6	
Тақсимланиш коэффициенти $k_t$ :	1-гармоника	1.0	0.966	0.96	0.958	0.957	0.956	0.955
	3-гармоника	1.0	0.707	0.667	0.654	0.646	0.644	0.636
	5-гармоника	1.0	0.259	0.217	0.204	0.200	0.197	0.191
	7-гармоника	-1.0	-0.259	-0.178	-0.157	-0.149	-0.145	-0.136

6. Фаза чулғами ЭЮК

$$E_{f1} = 4.44 \cdot \Phi \cdot f_1 \cdot \omega_1 \cdot k_{ch1} = 4.44 \cdot 0.015 \cdot 50 \cdot 48 \cdot 0.96 = 153 \text{ В}$$

7. Тўлиқ диаметр қадам

$$y_1 = \frac{Z_1}{2p} = \frac{60}{2 \cdot 3} = 10 \text{ тапаз}$$

8. Қисқартирилган чуғам қадами

$$y_q = 10 - 1 = 9 \text{ та}$$

9. Қадамлар нисбати

$$\beta = \frac{y_q}{y_1} = \frac{9}{10} = 0.9$$

10. Ёнма-ён паз ЭЮК векторлари орасидаги фаза силжиш бурчаги

$$\gamma = 360 \cdot \frac{p}{Z_1} = 360 \cdot \frac{3}{60} = 18^\circ$$

11. Қадами қисқартирилган чулғам ЭЮК юқори гармоника коэффициентлари

$$k_{qv} = \sin(\nu \cdot \beta \cdot 90^\circ)$$

Биринчи (асосий) гармоника учун

$$k_{q1} = \sin(1 \cdot \beta \cdot 90^\circ) = \sin(1 \cdot 0.9 \cdot 90^\circ) = 0.985$$

Бешинчи гармоника учун

$$k_{q5} = \sin(5 \cdot \beta \cdot 90^\circ) = \sin(5 \cdot 0.9 \cdot 90^\circ) = 0.649$$

Еттинчи гармоника учун

$$k_{q7} = \sin(7 \cdot \beta \cdot 90^\circ) = \sin(7 \cdot 0.9 \cdot 90^\circ) = -0.353$$

12. Фазадаги пазлар сони  $q_1 = 3$  учун 1,5 ва 7 гармоникаларнинг тақсимланиш коэффициентларини жадвалдан оламиз

$$k_{t1} = 0.960; \quad k_{t5} = 0.217; \quad k_{t7} = -0.178;$$

13. Чулғам коэффициенти

$$k_{ch} = k_t \cdot k_q$$

Биринчи (асосий) гармоника учун

$$k_{ch1} = k_{t1} \cdot k_{q1} = 0.96 \cdot 0.985 = 0.946$$

Бешинчи гармоника учун

$$k_{ch5} = k_{t5} \cdot k_{q5} = 0.217 \cdot 0.649 = 0.140$$

Еттинчи гармоника учун

$$k_{ch7} = k_{t7} \cdot k_{q7} = -0.353 \cdot (-0.178) = 0.062$$

14. Асосий гармоника фаза ЭЮК

$$E_{f.q1} = 4.44 \cdot \Phi \cdot f_1 \cdot \omega_1 \cdot k_{ch1} = 4.44 \cdot 0.015 \cdot 50 \cdot 48 \cdot 0.946 = 151\text{В}$$

Шундай қилиб статор чулғами қадами 1 тага қискартирилгач, асосий гармониканинг ЭЮК ни

$$\frac{(E_{f1} - E_{f.q1})}{E_{f1}} \cdot 100\% = \frac{153 - 151}{153} \cdot 100\% \approx 1.3\% \text{га камайган}$$

5-гармоникада ЭЮК 35 %, 7-гармоникада 65 % камаяди.

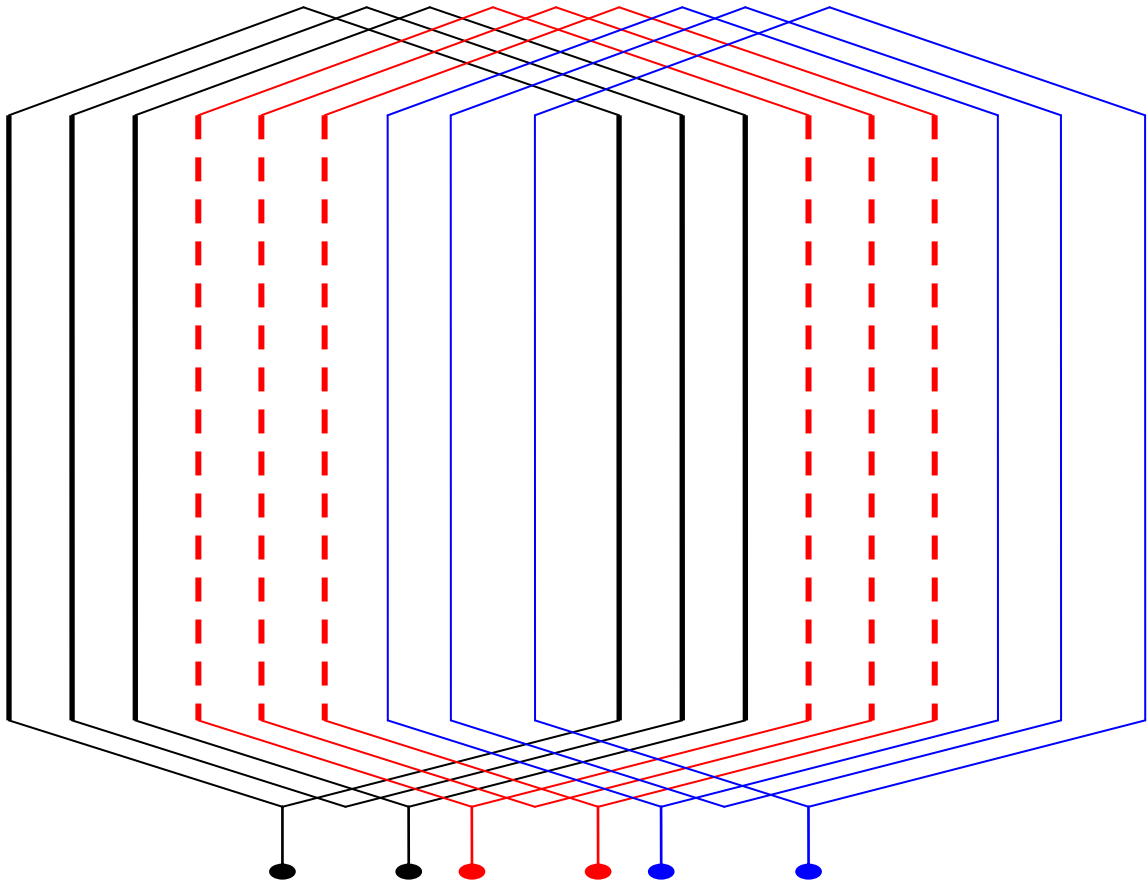
15. Линия кучланиши чулғамлар “учбурчак” уланганда фаза кучланишига

$$\text{тенг } E_{f1} = 151 \text{ В, “юлдузча” уланганда } E_l = \sqrt{3} \cdot E_{f1} = 1.73 \cdot 153 =$$

151В га тенг бўлади.

## СТАТОР ЧУЛҒАМИ СХЕМАСИ

Асинхрон мотор статор чулғами фаза чулғамларидан, фаза чулғамлари қутб чулғамларидан, қутб чулғамлари эса ғалтаклар гуруҳидан иборат бўлади. Ғалтаклар ўрамлардан, урамлар эса параллел симлардан иборат бўлади. Статор чулғамини тавсифловчи асосий катталиклардан бири қутб чулғамида кетма-кет жойлаштириладиган ғалтаклар сони –  $q$  ҳисобланади. Ҳисоблашлар бўйича бу 3 га тенг. Қутб чулғамининг ҳар бир фазасига 5 тадан ғалтак жойлаштирамиз. 3 та фазада 5 та кирувчи ғалтак бўлиб қутб чулғами 20 та пазни эгаллайди. Ҳар бир фазада 3 та қутб чулғами борлигини ҳисобга олиб статор чулғами 60 та пазни эгаллайди. Қуйидаги схемада статор чулғамининг 1 та қутб чулғами кўрсатилган.

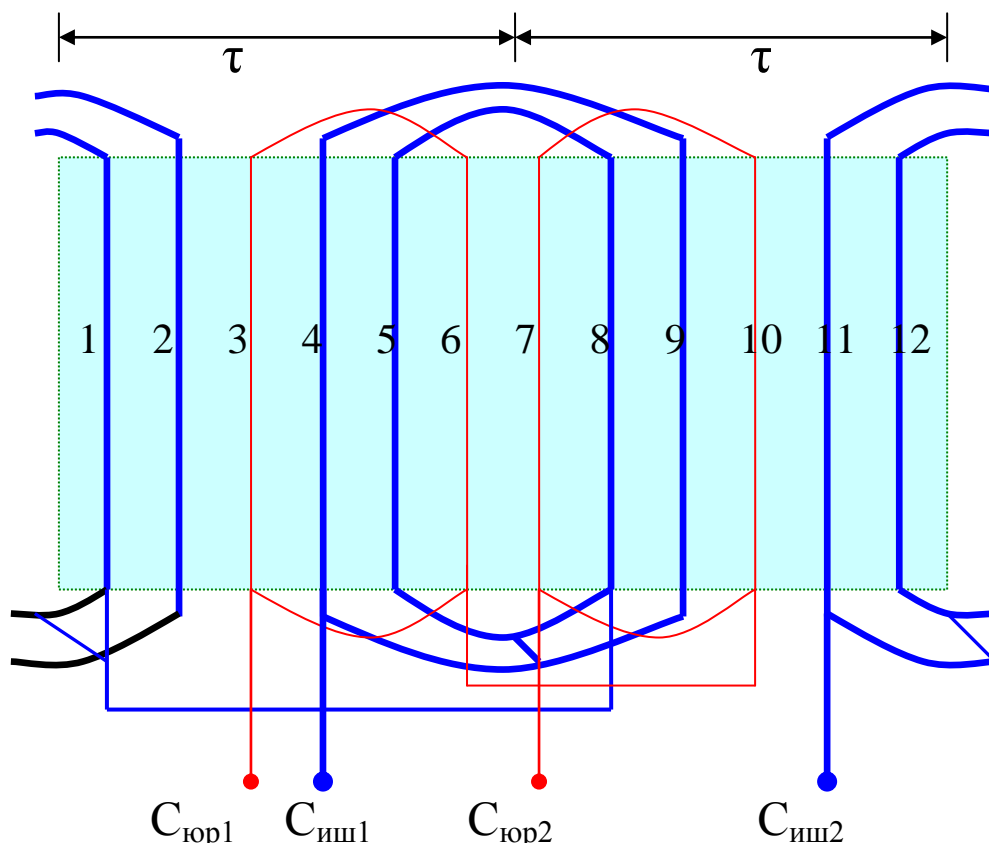


$q=3$  бўлган статор чулғамининг кутб чулғами схемаси

### АСИНХРОН МОТОРЛАРНИ ҚАЙТА ЧУЛҒАМЛАШДА БАЖАРИЛАДИГАН ҲИСОБЛАШЛАР.

Асинхрон мотор статор чулғами фаза чулғамларидан, фаза чулғамлари кутб чулғамларидан, кутб чулғамлари эса ғалтаклар гуруҳидан иборат бўлади. Ғалтаклар ўрамлардан, урамлар эса параллел симлардан иборат бўлади. Статор чулғамини тавсифловчи асосий катталиклардан бири кутб чулғамида кетма-кет жойлаштириладиган ғалтаклар сони –  $q$  ҳисобланади. Ҳисоблашлар бўйича бу 6 га тенг. Кутб чулғамининг ҳар бир фазасига 6 тадан ғалтак жойлаштирамиз. 3 та фазада 5 та кирувчи ғалтак бўлиб кутб чулғами 20 та пазни эгаллайди. Ҳар бир фазада 2 та кутб чулғами борлигини ҳисобга олиб статор чулғами 36 та пазни эгаллайди. Қуйидаги схемада статор чулғамининг 1 та кутб чулғами кўрсатилган.





-расм. Учфазали чулғам бир фазалига қайта ўралган чулғам.

**Номинал кучланишдан фарқ қилувчи кучланишга статор чулғамини ўрашни ҳисоблаш.** Ишлаб чиқаришда мотор кучланишини тармоқ кучланишига мувофиқ келтириш учун мотор қайта ўралади. Бунда паздаги эффе́ктив ўтказгичлар сони қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$N_{\text{янги}} = N_{\text{эски}} \frac{U_{\text{янги}} \cdot a_{\text{янги}}}{U_{\text{эски}} \cdot a_{\text{эски}}} = 60 \frac{220 \cdot 3}{380 \cdot 2} = 52 \text{ дона}$$

Бу ерда:  $N_{\text{янги}}$  ва  $N_{\text{эски}}$  – пазда янги ва эски эффе́ктив ўтказгичлар сони;  $U_{\text{янги}}$  ва  $U_{\text{эски}}$  – янги ва эски фаза кучланиши, В;  $a_{\text{янги}}$  ва  $a_{\text{эски}}$  – янги ва эски параллел шохалар сони.

Агар пазда ўтказгичлар сони (25 дан юқори) бўлса, олинган натижа  $N_{\text{янги}}$  бутун сонгача олиш мумкин. Керакли натижадан кам сон бўлса, уни бутунга (ёки унга яқин) ўзгартириш мумкин, янги ўрамнинг параллел шохалар сони ўзгартириш йўли билан.

$a_{\text{янги}} n_{\text{эл.янги}} = a_{\text{эски}} n_{\text{эл.эски}}$  бўлганда, эффе́ктив ўтказгичга кирувчи изоляциясиз симнинг диаметри 1 расмдан аниқланади. Бу ерда  $n_{\text{эл.янги}}$  ва  $n_{\text{эл.эски}}$  эски ва янги элементар ўтказгичлар сони. Мисол учун,  $U_{\text{эски}} = 220 \text{ В}$  да ўтказгич диаметри  $d = 1,2 \text{ мм}$ .

Топилган нуктадан 1,2 мм вертикалда 220 В ли горизонтал линияни ўтказиб туриб, бошқа кучланишларда диаметрни ўлчаймиз: 157 мм – 127 В да, 0,92 мм – 380 В да.

Ўтказгич диаметри ва қилинлиги 1, 2, 3 жадваллар орқали белгиланади.

$a_{янги} n_{эл.янги} \neq a_{эски} n_{эл.эски}$  да 1-расмда белгиланганидек диаметр коэффициент  $K_d$  га кўпайтирилади (Жадвал 4).

Мисол учун 1-расм бўйича диаметр  $d=1,2$  мм. Эски чулғамда  $a_{эски} n_{эл.эски}=2 \cdot 2=4$  янгисида  $a_{янги} \cdot n_{эл.янги}=2 \cdot 1=2$  танланди. 4 графа ўтказмасида ва 2 қатор (Жадвал)  $K_d=1,41$  топамиз. Янги диаметр  $K_d=1,2 \cdot 1,41=1,68$ .

Изоляциясиз симнинг диаметри асинхрон мотор ўлчамига боғлиқ. Шу билан бирга 3 жадвалда берилган қийматнинг ошмаслиги керак.

Изоляцияланган симнинг диаметри паз қирқими энидан 1-1,5 мм га кичик бўлиши керак.

Пазга янги ўрамни тўғри келишини текширадиган формула:

$$\frac{N_{янги} d_{и.янги}^2 n_{эл.янги}}{N_{эски} d_{и.эски}^2 n_{эл.эски}} < 1 \text{ бўлиши керак}$$

Бу ерда:  $d_{и.янги}$ ,  $d_{и.эски}$  - янги ва эски ўрамни изоляцияли сим диаметри

**Паспорт маълумотларга эга бўлмаган асинхрон моторларнинг статор ўрамларини ҳисоблаш.** Амалиётда таъмирга шундай электр мотор келадик, қайсиқим уларнинг паспорт маълумотларийўқ, чулғами эса шу даражада шикастланганки, унинг чулғам маълумотларини аниқлаб бўлмайди. Бундай моторларни қайта тиклаш учун, машинани қайта ҳисоблаш керак. Қуйида 100 кВт гача бўлган уч фазали моторларнинг ҳисоблаш тартиби келтирилади.

Олдин, қуйидаги қийматлар мотордан ўлчаб олинади.

Статорнинг ташқи диаметри  $D_a$ , мм;

Статорнинг ички диаметри  $D_i$ , мм;

Статор ўзагининг тўлиқ узунлиги  $l_i$ , мм;

Статордаги пазлар сони  $z_i$ ;

Паз кесим юзаси  $S_n$ , мм<sup>2</sup>;

Паз баландлиги  $h_{zi}$ , мм;

Статор вали баландлиги  $h_c$ , мм.

Қутблар сони  $2p$  паспорт орқали қабул қилинади (агар у бўлса) ёки энг кам қутблар сони билан аниқланади, бу формула билан электр моторнинг пазларидан келиб чиққан ҳолда:

$$2p = 0,5 \frac{D_i}{h_c}$$

Кейин куйидаги ўлчамлар аниқланади.

Қутб бўлиниши, мм;  $\tau = D_i / (2p)$

Синхрон айланиш частотаси  $n_c = 60f/p$

Бу ерда:  $f$  – тармоқ частотаси, Гц.

Қутб ва фазадаги пазлар сони  $q = z_1 / (2pm)$

Бу ерда:  $m$  – фазалар сони

Электр моторнинг фойдали қуввати  $P = A \cdot D_i \cdot L_i \cdot n_c$  формула орқали аниқланади.

Бу ерда:  $A$  – ишлатиш коэффициенти. Қиймати қутблар бўлиниши  $\tau$  га боғлиқ бўлиб 2 расмда келтирилган.

4А серияли моторларда ўзгармас қувват  $A$  2 расмдан 20 % камайтирилган ҳолда қабул қилинади.

Формула орқали аниқланганда электр мотор қуввати ҳақиқий қийматга яқинроқ бўлади. 6 жадвал ҳисоботининг фойдалана билиш учун, ўзгармас қувват қиймати топилади, бу ерда электр мотор қувватига боғлиқ ҳолда электр магнит юкламалар кўрсатилган. Кейин статор чулғамининг типи ва қадами танланади, чулғам коэффициенти ҳам ягона серияли асинхрон моторларнинг статорнинг ташқи диаметри 200-250 мм дан катта бўлса, икки қатлам ўрамдан фойдаланилади. Кичик диаметрларда одатда бир қатлам чулғамдан фойдаланилади.

Статор чулғам қадами  $y_1$  қўлланилади:

Диаметри ( $y_1 = z_i / (2p)$ ) – бир қаватли ўрамда қискартирилган ( $y_1 = \beta z_i / (2p)$ ) икки қаватли.

Бу ерда:  $\beta$  – қисқариш коэффициенти (одатда 0,75 – 0,85).

Уч фазали бир қатлам чулғамнинг чулғам коэффициенти  $k_{\omega}$  қутб ва паз ( $q_1$ ) даги пазлар сонидан боғлиқ.

$k_{\omega} = (0,955 - 0,966)$  деб қабул қилинади. Икки қаватли чулғамнинг чулғам коэффициенти  $u$  қадамидан боғлиқ (табл 7).

Чулғам статорининг фаза кучланишини  $U_{\phi}$  ни билган ҳолда, электр мотор ишлаши керак. Битта фаза ўрамида  $W_{\phi} = U_1 / (222k_{\omega}\Phi)$  кетма – кет уланган ғалтаклар сони аниқланади.

Бу ерда:  $\Phi$  – битта қутбдаги магнит оқим ( $\Phi = 0,637$  Вб)

$B_6$  – ҳаво оралиғидаги индукция.

Фазадаги чулғамлар сони аниқлангандан кейин, паздаги эффектив ўтказгичнинг сони топилади:

$$W = \frac{6W_{\phi} a}{z_i}$$

Бу ерда:  $a$  – статор ўрамидаги параллел шохалар сони.

100 кВт қувватгача бўлган электр моторларнинг параллел шохалар сони амалиёт учун 8-жадвалдан фойдаланиш керак. Кейин паздаги барча мис ўтказгичларнинг тўлиқ кесим юзи аниқланади, мм<sup>2</sup>.

$$S_m = S_n \kappa_m$$

Бу ерда:  $S_n$  – паз майдони, мм<sup>2</sup>;

$\kappa_m$  – пазни мис билан тўлдириш коэффициентлари, уни 9-жадвалдан аниқлаш мумкин.

Кейин изоляциясиз элементар ўтказгичнинг кесим юзаси аниқланади, мм<sup>2</sup>.

$$S_{mn} = S_n / (N_{n.эл})$$

Кейин моторнинг қуввати аниқланади. Бунинг учун статор фаза токини тахминан ҳисоблаш керак.

$$I_\phi = S_{эл} \cdot \delta n_{эл} a$$

Бу ерда:  $\delta$  – ток зичлиги, б-жадвалдан аниқланади.

Электромоторнинг тўлиқ қуввати, КВА.

$$S = \frac{3I_\phi U_\phi}{1000} \text{ - фазалар учбурчак уланган пайтда.}$$

ёки

$$S = \frac{\sqrt{3}UI_\phi}{1000} \text{ - фазалар юлдузча уланган пайтда}$$

Актив қувват, кВт.

$$P = S \cdot \eta \cdot \cos\varphi$$

$\eta \cos\varphi$  – фойдалииш ва қувват коэффициентлари.

Коэффициентларни 10-жадвалдан ёки электр мотор каталогидан олинган маълумотларга яқин қилиб қабул қилиш мумкин.

### **Асинхрон моторнинг статор чулғамини янги айланиш частотасига ўраш**

Моторнинг айланиш частотаси ўзгарганда статорда кутблар сонини ўзгартириш зарур кетма – кетликда, пазлар бўйича ўрамни бошқа кадамини танлаш, фаза ва кутбга пазлар сони баъзи пайтларда ҳисоблашлар аниқ олиб борилганда ҳам айланиш частотаси ўзгарганда янги кутблар сонига қараб қайта ўралган ротори қисқа туташган мотор ёмон ишлайди. Чулғам ўралгандан кейин мотор ёмон ишлашини қуйидагича тушунтирилади, демак статор ва ротор пазлар сонини ўзаро мос тушмаслиги, қайсиқим юргизиш вақтида ишда мотор тикислашади, айланишда кечикади, шовқин чиқариши иш вақтида ва х.к.

Янги қутблар сонини қайта ҳисоблашда бундай вазиятга тушмаслиги учун статор ва роторнинг пазлар сонини мослигини 11-жадвал орқали текшириш керак.

11-жадвалдаги маълумотлар фаза роторли моторларга тегишли, қайсики реостат орқали юргизилади, бироқ фаза роторни қисқа туташганга ўзгартирганда шуни эсда сақлаш лозимки, бундай ротордан эҳтимоли катта.

Пазлар сони статорда ва роторда мослиги текширгандан кейин, пазда эффектив ўтказгич сони ва уларни кесим юзаси аниқланади.

$$N_{\text{янги}} = N_{\text{эски}} \cdot \frac{n_{\text{эски}}}{n_{\text{янги}}} \cdot \frac{a_{\text{эски}}}{a_{\text{янги}}} \cdot \frac{k_{\omega\text{эски}}}{k_{\omega\text{янги}}} =$$

$$= 60 \frac{1000 \cdot 2 \cdot 1,27}{1500 \cdot 3 \cdot 1,22} = 52 \quad ;$$

$$S_{\text{янги}} = S_{\text{янги}} \cdot \frac{N_{\text{эски}}}{N_{\text{янги}}} = 1,56 \cdot \frac{1500}{1000} = 2,22 \text{ мм}^2$$

Бу ерда:  $N_{\text{янги}}$  ва  $N_{\text{эски}}$  - пазда эски ва янги эффектив ўтказгичлар сони;

$S_{\text{янги}}$  ва  $S_{\text{эски}}$  - ўрамнинг янги ва эски эффектив ўтказгич кесим юзаси;

$n_{\text{эски}}$  ва  $n_{\text{янги}}$  - эски ва янги айланиш частотаси;

$k_{\omega\text{эски}}$  ва  $k_{\omega\text{янги}}$  - эски ва янги ўрамнинг ўрамлар коэффициентлари

Фаза чулғамидаги янги ўрамлар сони:

$$\omega_{\text{янги}} = \frac{N_{\text{эски}} \cdot z_1}{6a} = \frac{60 \cdot 24}{6 \cdot 2} = 120$$

Қайта ўралган электр моторнинг қуввати:

$$P_{\text{янги}} = P_{\text{эски}} \cdot \frac{n_{\text{янги}}}{n_{\text{эски}}} = 70 \cdot \frac{1000}{1500} = 47 \text{ кВт}$$

Бу формуладан кўриниб турибдики, кичик айланиш частотасига қўйиб, ҳисоблаганда мотор қуввати камаяди, катта айланиш частотасига қўйиб ҳисоблаганда. Мотор қуввати ўсади. Катта айланиш частотасига қўйиб ҳисоблаганда статор белчасидаги магнит индукция ўрнатилган чегарадан олиш мумкин (табл 6).

Меъёрдан ўсган индукция натижасида белчада магнитланган ток дарров ўсади ва мотор ишдан чиқиши бўлиб қолиши мумкин.

Статор белчасидаги ва ҳаво бўшлиғидаги магнит индукция қуйидаги формула билан аниқланади, ҳаво бўшлиғидаги магнит индукция Тл.

$$B_{\sigma} = 6400 \frac{k_e U_{\phi}}{k_{\omega} Q_{II} \omega_{\phi}}$$

Бу ерда:  $k_e$

0,86 – 0,90  $Q_{II} = 5000-10000 \text{ мм}^2$  бўлганда

0,90 – 0,93  $Q_{II} = 10000-15000 \text{ мм}^2$  бўлганда

0,93 – 0,95  $Q_{II} = 15000-40000 \text{ мм}^2$  бўлганда

0,96 – 0,97  $Q_{II} = 40000 \text{ мм}^2$  дан юқори бўлганда

$Q_{II}$  -кутб бўлиниш майдони,  $\text{мм}^2$ .

$$Q_{II} = \frac{3,14 D_i L_i}{2p}$$

Магнит индукция, статор ярмосидан,  $T_{II}$ .

$$B_c = 0,36 B_{\sigma} \frac{\tau}{h_c}$$

$h_c$  -статор ярмосидан баландлиги.

Ҳаво бўшлиғидаги ва статор ярмосидаги индукция 6 табл.даги қийматдан ошмаслиги керак. Агар статор ярмосидаги индукция белгиланган қийматдан ошса, унда паздаги эффектив ўтказгичлар сонини қуйидагича ошириш керак:

$$N'_{\text{юв}} = N_{\text{юв}} \frac{B_c}{(1,2 - 1,7)} \quad 2p=2 \text{ бўлганда}$$

$$N'_{\text{юв}} = N_{\text{юв}} \frac{B_c}{(1 - 1,5)} \quad 2p>2 \text{ бўлганда}$$

Моторни бошқа айланиш частотасига қайта ўраганда қуйидагиларга эътибор бериш керак:

1. Моторнинг айланиш частотаси ошиши подшипникларнинг исишининг ошиши билан боғлиқ.

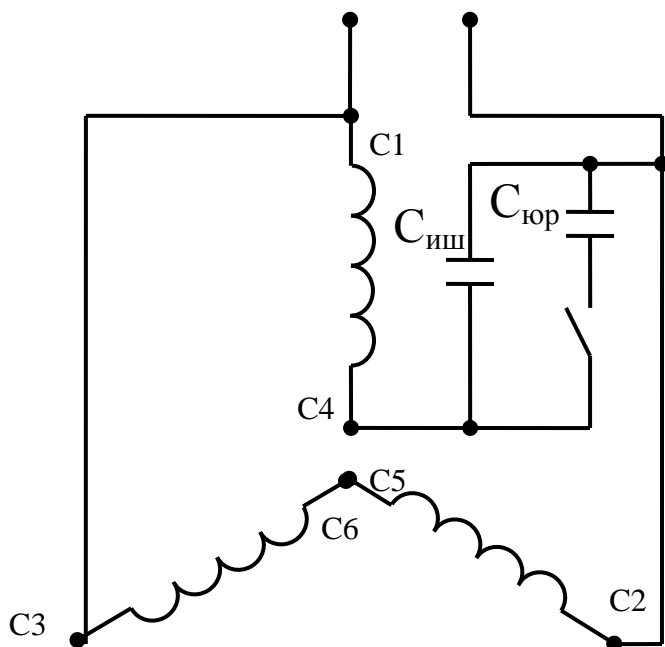
2. Айланиш частотаси ошишида.

3. Айлана ўтказгич билан мотор ўраганда, шундай ўтказгич танланишини керакки, у шлиц орқали ўтмасин.

4. Айланиш частотаси камайганда электр моторнинг совуши ёмонлашади, бунинг натижасида олинган қувват 10-15 % га камайтириш таклиф қилинади. Айланиш частотаси ўтганда ток зичлигини 10-15 % га ошириш ва электр моторнинг қувватини ошириш мумкин.

### Уч фазали асинхрон моторни 1 фазали тармоқга улаш

Учфазали асинхрон моторни бир фазалитармоқга улашда одатда конденсаторли схемалардан фойдаланилади. Бунда ишчи ва юргизиш конденсаторлар сиғими ҳисобланади.



$$C_{\text{иш}} = 2740 \cdot I_{\text{н}} / U_{\text{н}}$$

$$C_{\text{юр}} = (2,3-3) \cdot C_{\text{иш}}$$

Уч фаза моторни бир фаза тармоқга статор чулғамини «параллел» улаб юргизиш.

## ХУЛОСА.

Бутун дунёда энергия ресурсларнинг нархини ошиб бориши ва Республикамизда маҳсулот бирлигига сарфланаётган электр энергиясини ривожланган давлатлардагига нисбатан бир неча марта кўп экани рақобатбардош маҳсулот чиқаришни қийинлаштирмоқда. Ишлаб чиқариш замонавий хорижий технологик ускуналар асосида модернизация қилинмоқда. Энергия ресурсларни қувватини оширишдан кўра энергия тежамкор тадбирлар орқали энергиядан рационал фойдаланиш бир неча марта самарадор экани маълум. Бу эса ўз навбатида саноат корхоналарининг мавжуд электр таъминоти тизимини энергия тежамкорлик нуктаи назаридан тадқиқотлар ўтказиш ва реконструкциялашни тақозо этади. Мотрлардаги исрофлар электр энергиясини узатишдаги жами исрофлардан кўп бўлади. Шунинг учун моторларда энергия тежаш тадбирларини ўтказиш самаралироқ эканини кўриш мумкин.

Асинхрон моторлани таъмирлаш технологияси тўла амал қилинмасдан бажарилиши уларни энергетик кўрсаткичларини пасайтириб юбормоқда. Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, технологик юритмаларда кулланадиган асинхрон моторларнинг завод курсатган параметрларини таъминланиши ва ишлаш режимининг яққол курсатилиши лозим. Ишонч назоратидан ўтмаган таъмирланган асинхрон двигателлар кўлланмаслиги даркор. Технологик электр юритмаларнинг асинхрон моторлари таъмирланган такдирда, улардан факат ишонч синовлардан ижобий утганлари кулланилиши лозим. Ишлаб чиқилган ушбу хисоблашлар, ушбу вазифани бажаришда ёрдам кўрсатади деб ўйлаймиз.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Дьяков В.И. Типовые расчёты по электрооборудованию.-М.; Высшая школа, 1991.