

МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТЛАРИДАГИ ҚУВВАТИ 5,2МВТ ЛИ СИНХРОН МОТОРЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ ЖАРАЁНИДА ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ ЧОРАЛАРИ

Пирматов Нурали Бердиёрович

Тошкент давлат техника университети профессори

Шерназаров Сафар Эркин ўғли

Тошкент давлат техника университети доктаранти

shernazarov6601@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Ушбу мақолада металлургия комбинатларидаги синхрон моторлар ишлаши жараёнида ўта кўзғатишли иш режимига ўтганда электр тармоғига реактив қувват беради, натижада тармоқнинг юклама уланган қисмида $\cos\varphi$ нинг қийматини ошишига ёрдам беради. Шу сабабли синхрон моторларни номинал қувватда ўта кўзғатиш вақтида ва $\cos\varphi_n = 0,9$ бўлган ҳолатда ишлаши учун лойиҳалашни амалга ошириш энергияни тежаш имкониятини яратиб бериш усули кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: синхрон мотор, реактив қувват, ўта кўзғатиш, ротор чўлғамидаги исроф, пўлат ўзакдаги магнит исроф, электромагнит момент, статик турғунлик.

ANNOTATION

This article, during the operation of synchronous motors in metallurgical plants, they provide reactive power to the electrical network when they switch to the overexcitation mode, which, as a result, helps to increase the value of $\cos\varphi$ in the load-connected part of the network. For this reason, the method of designing synchronous motors to operate at nominal power during overexcitation and in the case of $\cos\varphi_n = 0.9$, creating the possibility of energy saving, was considered.

Key words: synchronous motor, reactive power, superexcitation, rotor winding loss, steel core magnetic loss, electromagnetic torque, static stability.

Хозирги кунда металлургия комбинатларидаги умумий қуввати 5,2 Мвт ли Синхрон моторларга электр тармоғидан статорга берилаётган фойдали актив қувват P_1 ни истемол қилади. Бу қувватнинг бир қисми статорда якорь чўлғамидаги электр исрофлари $P_{\sigma 1}$ ни ва статор пўлат ўзагидаги исрофлар P_{M1}

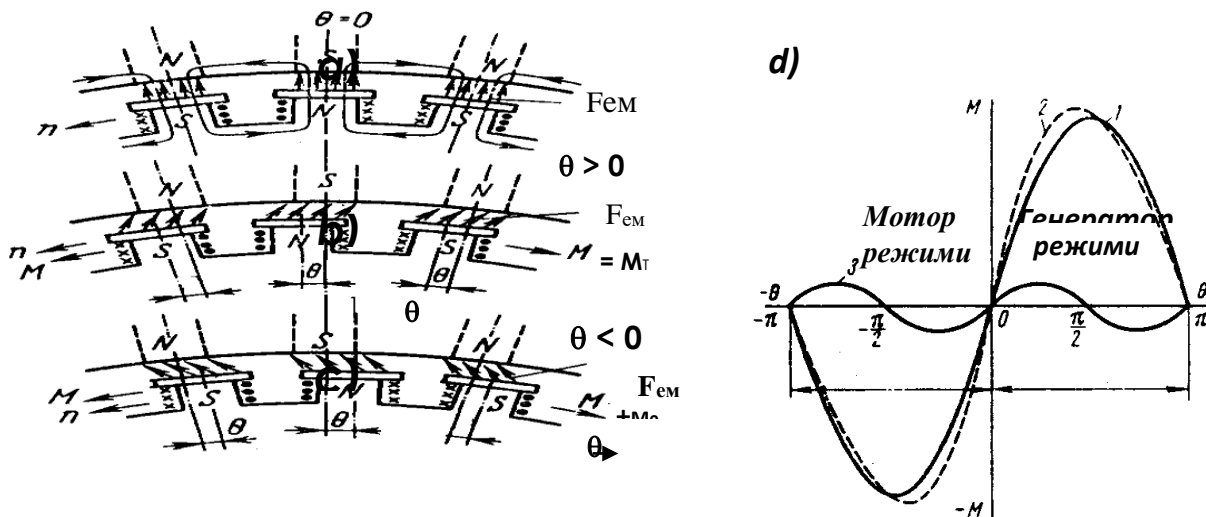
ни қоплашга сарфланади. Статордаги фойдали актив қувват P_1 нинг қолган қисми магнит майдон воситасида роторга ўзатилади. Бу қувватга электромагнит қувват $P_{эм}$ дейилади; унинг бир қисми механик $P_{мех}$ ва қўшимча $P_{қўш}$ исрофларга сарфланади, қолган қисми эса валдаги фойдали қувват P_2 сарфланади.

Агар статордаги актив қувват исрофларини эътиборга олмай $P_1 = P_{эм} = P$ деб қабул қилсак, у ҳолда металлургия комбинатларидаги аён қутбли синхрон моторнинг электромагнит қувватини қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$P = \left(\frac{m \cdot U \cdot E_2}{X_d} \right) \cdot \sin(-\theta) + \left(\frac{m \cdot U^2}{2} \right) \cdot \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot \sin(-2\theta) = P' + P'' \quad (1)$$

Но аён қутбли синхрон моторларда $x_d = x_q$ бўлгани сабабли P' ташкил этувчиси бўлмайди, яъни:

$$P' = \left(\frac{m \cdot U \cdot E_0}{X_d} \right) \cdot \sin\theta \quad (2)$$



1-расм. Қўзғатиш чулғами магнит оқими $\Phi_{қўз}$ ва статор чулғами натижавий магнит оқими $\Phi_{нат}$ ларнинг синхрон машина салт ишлашида (a), генератор (b) ва мотор (c) режимларида ўзаро таъсири натижасида бурчак θ нинг ҳосил бўлиши ҳамда (d) мотор ва генератор режимлари учун бурчак характеристикалари келтирилган

Агар (1) ни $\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60}$ га бўлсак, у ҳолда электромагнит моментнинг формуласига эга бўламиз.

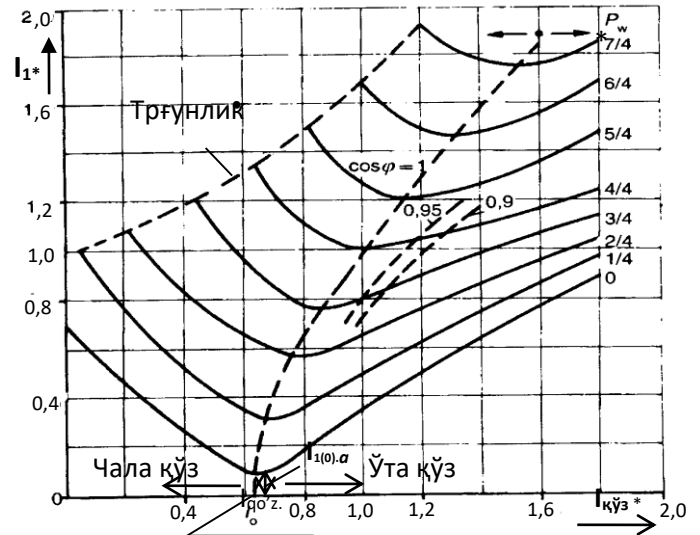
Аён қутбли синхрон мотор учун:

$$M = \left[\frac{m \cdot U \cdot E_0}{(\omega_1 \cdot X_d)} \right] \cdot \sin(-\theta) + \left[\frac{U^2}{(2 \cdot \omega_1)} \cdot \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \right] \cdot \sin(-2\theta) = M' + M'' \quad (3)$$

$$M = \left[\frac{m \cdot U \cdot E_0}{(\omega_1 \cdot X_d)} \right] \cdot \sin(-\theta) \quad (4)$$

1, d - расмда $U_T = \text{const}$, $f_T = \text{const}$ ва $I_{\text{кўз}} = \text{const}$ бўлганда $M = f(\theta)$

боғлиқлик, яъни аён қутбли синхрон машина электромагнит моментининг бурчак характеристикаси кўрсатилган. Бунда мотор режимида юкланиш бурчаги θ нинг ишораси манфий бўлади, чунки мусбат ишора генератор режими учун қабул қилинган.



2-расм. Синхрон моторнинг U-симон характеристикалари (бунда: $I_{1(0)a}$ ва $I_{\text{кўз},0}$ – тегишлича актив қувват $P_a=0$ ва ЭЮК $E_{\text{см}} = U_T$ бўлгандаги салт ишлаш исрофларини қоплаш учун зарур бўлган салт ишлаш токининг актив ташкил этувчиси ва қўзғатиш токининг қиймати келтирилган.

Синхрон моторда электромагнит момент статор магнит майдони йўналишига мос бўлса (1,b-расм), синхрон генераторларда эса у моментнинг йўналиши статор магнит майдони йўналишига тескари бўлади (1,b-расм).

Аён қутбли синхрон моторда қўзғатиш токи $I_{\text{қўз},z} = 0$ (демак, $E_0 = 0$) бўлса ҳам M'' ташкил этувчи ҳисобига электромагнит момент мавжуд бўлади.

Тармоқ кучланиши $U_T = U_N = \text{const}$ ва валдаги қувват $P_2 = \text{const}$ частота $f_T = f_H = \text{const}$ бўлганда якорь токи I_1 нинг қўзғатиш токи $I_{\text{кўз}}$ га боғлиқлиги – $I_1 = f(I_{\text{кўз}})$ ни характерловчи эгри чизиқларга синхрон моторнинг U-симон характеристикалари дейилади (2-расм).

Қўзғатиш токининг номинал қиймати $I_{\text{кўз},н}$ дан чап томони чала қўзғатиш ($E_0 < U_T$) ва ўнг томони эса ўта қўзғатиш ($E_0 > U_T$) ҳисобланади, якорь токининг минимум нуқталарида эса $\cos \varphi = 1$ бўлади.

Металлургия комбинатларида қуввати 5,2Мвт ли синхрон моторлар ишлаши жараёнида ўта қўзғатишли иш режимига ўтганда электр тармоғига реактив қувват беради, натижада тармоқнинг юклама уланган қисмида $\cos \varphi$ нинг ошишига ёрдам беради. Ундан ташқари, реактив қувват истеъмолнинг камайиши электр станциялардаги синхрон генераторлар ишлаб чиқараётган

реактив қувватни, электр узатиш линияларида ток ва исрофларни камайтиришга имконият яратиб беради. Шу сабабли синхрон моторларни номинал қувватда ўта кўзғатиш вақтида ва $\cos\varphi_n = 0,9$ бўлган ҳолатда ишлаши учун лойиҳалашни амалга ошириш энергияни анча тежаш имкониятини яратади.

Металлургия комбинатларидаги қуввати 5,2Мвт ли синхрон моторнинг U-симон характеристикалардаги АВ пунктир чизиқ (2-расм) синхрон моторнинг статик турғунлик чегараси ҳисобланади, бунда юкланиш бурчаги $\theta = \theta_{кр}$ бўлади. Синхрон моторнинг салт ишлаши (яъни $P = 0$) даги U-симон характеристиканинг минимал нуқтаси абсциссалар ўқиғача етиб келмайди (синхрон генераторники эса етиб келади).

$U_T = \text{const}$, $f_T = \text{const}$ ва $I_{кўз} = \text{const}$ бўлганда синхрон моторнинг валидаги фойдали момент M_2 , электр тармоғидан истеъмол қиладиган қуввати P_1 , статор чулғамининг токи I_1 , ФИК η ва қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ларнинг мотор валидаги фойдали қувватга боғлиқ ҳолда ўзгариши, яъни M_2 , P_1 , I_1 , η , $\cos\varphi = f(P_2)$ боғлиқликка синхрон моторларнинг иш характеристикалари дейилади. Бу характеристикалар валдаги юк P_2 ни ноҳдан номиналгача ўзгартириб кетмакетлик билан текширилади.

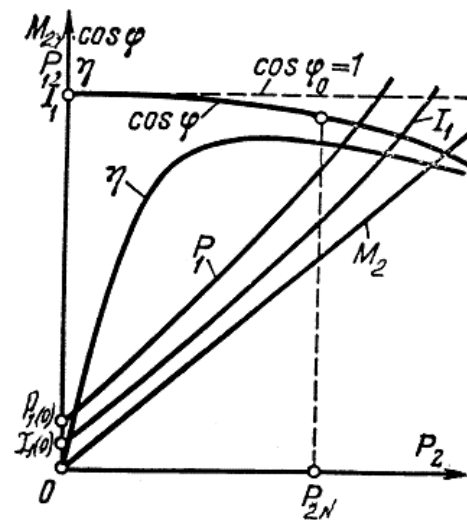
Металлургия комбинатларидаги қуввати 5,2Мвт ли синхрон моторнинг айланиш частотаси n статор чулғамидаги ток частотаси ўзгармас бўлганда $n = n_1 = 60 \cdot f_1 / p = \text{const}$ бўлгани учун $n = f(P_2)$ боғлиқлик абсциссалар ўқиға параллел бўлган тўғри чизиқли кўринишга эга бўлади. $P_1 = f(P_2)$ боғланиш юқорига бир оз эгилган кўринишда бўлади, чунки P_1 қувват якорь токининг квадрати (I_1^2) га мутаносиб бўлади. $I_1 = f(P_2)$ боғланиш P_1 нинг ошиши билан ўсади, чунки

$$I_1 = \frac{P_1}{(m \cdot U_1 \cdot \cos\varphi)}$$

ФИК нинг юклагамага нисбатан ўзгариши $\eta = f(P_2)$ ҳамма электр машиналари учун умумий характерга эга, яъни синхрон моторнинг ўзгарувчан ва

ўзгармас исрофлари тенг бўлганда ФИК максимал қийматга эришади.

Бу қийматлардан графикнинг чап томонига эътибор қаратадиган бўлсак магнит исрофлар электр исрофлардан катта бўлиб кетади натежада энергияни тежашни имконияти бўлмайди, графикнинг ўнг томонида эса статор чулғамидаги электр исрофлар магнит исрофлардан кўплигини кўзатиш мумкин ва бу ҳолатда синхрон моторларда энергияни тежашни имконияти ҳосил бўлади.



3-расм. Синхрон моторнинг иш характеристикаси

ҲОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ: (REFERENCES)

1. Алиев И.И. Справочник по электротехника и электрооборудованию: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: Высш.шк., 2000. – 255 с.
2. Analysis of Electric machinery and drive systems. Second edition. Paul C. Krause, Oleg Wasyncuk, Scott. D. Sudhoff. IEEE Presseries on Power Engineering. 2002. IEEE.
3. Кацман М.М. Электрические машины. Изд. ВШ. М. 2002 г. - 469с
4. Копылов И.П. Электрические машины. Изд.ВШ. М. 2004 г.- 360с.
5. Шерназаров С.Э. “Effect of intermediate connections on the generator’s static stability” «Technical science and innovation» - Тошкент, 2019. №2.С.184-189.
6. Olimjon Toirov, Kamoliddin Alimkhodjaev, NuraliPirmatov and Aziza Kholbutaeva E3S Web of Conferences 216, 01119 (2020).
7. Пирматов Н.Б., Бекишев А.Е., Шерназаров С.Э. “Regulation of mains voltage and reactive power with the help of a synchronous compensator by two-axis excitation” E3S Web of Conferences 264, 04028(2021).