

11-1-2019

## EFFICIENT FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTOR

U.T. Berdiyev

*Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, berdiyev1962@inbox.ru*

A. Norboyev

*Karshi engineering Economic Institute*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Transportation Engineering Commons](#)

---

### Recommended Citation

Berdiyev, U.T. and Norboyev, A. (2019) "EFFICIENT FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTOR," *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*: Vol. 15 : Iss. 3 , Article 29.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol15/iss3/29>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

## EFFICIENT FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTOR

### Cover Page Footnote

O'zbekiston temir yollari Joint stock company

УДК (UDC) 621.31.(075)

## EFFICIENT FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTOR

Бердиев У.Т.<sup>1</sup>, Норбоев А.<sup>2</sup>  
Berdiyev U.T.<sup>1</sup>, Norboyev A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (Ташкент, Узбекистан)

<sup>2</sup> – Қарши мухандислик иқтисодиёт институти

<sup>1</sup> – Tashkent Railway Engineering Institute (Tashkent, Uzbekistan)

<sup>2</sup> – Karshi engineering Economic Institute

**Abstract:** This paper discusses efficient frequency control systems that are widely used in the motion of production mechanisms of asynchronous motors with short-circuited rotor. From these systems, the functional circuit of the scalar frequency control system was analyzed.

**Key words:** Asynchrony, rotor, motor, scalar control, frequency, voltage, current, idealized, open system, frequency pound, constant static moment, loss, root square.

## ЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются эффективные системы частотного регулирования, широко применяемые при движении производственных механизмов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. На основе этих систем была проанализирована функциональная схема скалярной системы частотного регулирования.

**Ключевые слова:** Асинхронность, ротор, двигатель, скалярное управление, частота, напряжение, ток, идеализированная, открытая система, частотный фунт, постоянный статический момент, потеря, квадрат корня.

## АСИНХРОН МОТОРЛАРНИ ЧАСТОТАЛИ БОШҚАРИШНИНГ САМАРАЛИ ТИЗИМИ

**Аннотация:** Ушбу мақолада ишлаб чиқариш механизмларини ҳаракатга келтиришда кенг қўлланиладиган қисқа туташ роторли асинхронмоторларни частотали бошқаришнинг самарали тизимлари кўриб чиқилган. Бу тизимлардан частотали бошқаришнинг скаляр тизими функционал схемаси таҳил қилинган.

**Таянч иборалар:** Асинхрон, ротор, мотор, скаляр бошқариш, частота, кучланиш, ток, идеаллаштирилган, очиқ тизим, частота функцияси, ўзгармас статик момент, исрофлар, квадрат илдиз.

Статик ўзгартиргичларнинг бугунги кундаги ривожланиш даражаси қисқа туташган роторли асинхрон моторларини қўллаш имконини беради.

Бундай моторлар энергия сарфи бўйича анча самарали ва юқори ресурсга ва ишончлилика эга бўлган ярим ўтказгич қурилмаларни қўллаш эвазига эксплуатасион ҳаражатлари бирмунча паст. Техник тафтиш тизимига эгаллиги учун ишдан чиқишлар кузатилмайди. Тамирлар орасидаги ишлаш вақтини узайтириш ва хизмат кўрсатишга сарфланадиган ҳаражатларини камайитириш имконияти мавжуд.

Скаляр бошқаришда-электр юритмаларни бошқаришнинг вектор бўлмаган тизимлари тушунилади. Улар ўз ичида асинхрон моторларни кучланиш манбасидан таъминланганда частотали бошқаришнинг частотали тизими, ҳамда анча мураккаб тизим частотали-токли бошқаришларни ўз ичига олади. Скаляр катталиклар ўзгарувчан кучланишнинг бевосита улчашлар, хисоблар ёки оний кийматларини ўзгартириш натижасида олинган катталиклар хисобланади [1,2]. Ўзнавбатида, барча скаляр катталиклар бошқариш тизимлари ростланувчи модули хисобланади. Бу скаляр катталиклар частотали бошқаришнинг очиқ тизимидаги каби ёпик тизимида ҳам фойдаланилади.

Асинхрон моторни частотали бошқаришнинг очиқ тизимида кучланиш фақат частота функциясида ўзгаради. Бу частотали бошқаришнинг оддий тизими бўлиб, фақат ўзгармас статик моментда тезликни  $D \leq 2$  ораликда ростлаш учун фойдаланилади. Тезликка боғлиқ бўлган юклар учун, (марказдан қочма насослар ва вентиляторлар) частотали бошқаришнинг очиқ тизими тезлигининг ростлаш оралиғини  $D > 2$  ни таъминлайди [3]. Частотали бошқаришочиқ тезлигининг камчиликлари частотали бошқаришнинг ёпик тизимида бартараф этилади, бунда асинхрон моторнинг статор чулғамларига берилаётган кучланиш, фақат частота принципида эмас, бошқа катталиклар, моторнинг юклар билан боғлиқ катталиклар, масалан ток, момент, оқим ва бошқалар буйича ўзгаради.

М.П.Костенконинг идеаллаштирилган асинхрон моторлар учун частотали ростлаш конунида асинхрон моторнинг 1) статор чулғамининг актив қаршилиги нолга тенг бўлса ( $P_1=0$ ); 2) пулатда исрофларнинг бўлмаслиги ( $P_{ст}=0$ ); 3) магнит тизими туйинмаган ( $L_m=const$ ); 4) мустақил шамоллатиш тизими мавжуд ( $\beta_{ск}=1$ ) бўлган катталикларда ишга туширилади [3]. Бу конунни электр юритмаларнинг ҳозирги замон назариясига асосан  $P_1=0$  да, асинхрон моторнинг критик momenti куйидагича ифодаланади.

$$\frac{U_{1\phi}}{U_{1НОМ}} = \frac{f_1}{f_{1НОМ}} \sqrt{\frac{M_c}{M_{СНОМ}}} \quad (1).$$

Бу тенгламалар статор чулғамига берилаётган кучланишни частота ўзгариши квадрат илдиздаги статик моментлар нисбатига кўпайтмасига пропорционал ўзгартириш лозим. Агар асинхрон мотор (1)-конун буйича бошқарилса, у ҳолда у на фақат ўта ўзгармас юкланиш хусусияти билан амалда ўзгармас Ф.И.К, қувват коэффициенти ва абсолют сирпаниш билан ишлаши мумкин бўлади. (1) - конун нафақат частотали бошқаришга, балки электр моторларни ҳар қандай бошқаришга ҳам таалуқли бўлади. Хусусий ҳолда (1) ифода куйидаги куринишда ёзилади.

$$\frac{U_{1\phi}}{U_{1НОМ}} = \sqrt{\frac{M_c}{M_{СНОМ}}} \quad (2).$$

бундан шу келиб чиқадики, асинхрон моторнинг статик қаршилик momenti ўзгарувчан бўлганда тежамли ишлаши учун статор чулғамига берилаётган кучланишни ўзгартириш лозим бўлар экан.

Улчамсиз нисбий бирликлардан фойдаланиб

$$\rho = \frac{U_{1\phi}}{U_{1НОМ}}; \alpha = \frac{f_1}{f_{1НОМ}}; \varpi_c = \frac{M_c}{M_{СНОМ}};$$

У ҳолда Костенко конунини куйидагича ёзилади:

$$\gamma = \alpha * \sqrt{\mu_c} \quad (3).$$

Қаршилик momentини, умумий ҳолда соддалаштириб ишлаб чиқариш механизмлари учун куйидагини оламир:

$$M_c = M_{СНОМ} \left( \frac{\omega}{\omega_{НОМ}} \right)^n \quad (4).$$

бунда  $n = -1, 0, 1, 2$ .

$$\frac{\omega}{\omega_{НОМ}} = \frac{\omega_0(1-3)}{\omega_{НОМ}(1-S_{НОМ})} \approx \frac{\omega_0}{\omega_{НОМ}} \frac{f_1}{f_{НОМ}} = \alpha \quad \text{ни қабул қилиб,}$$

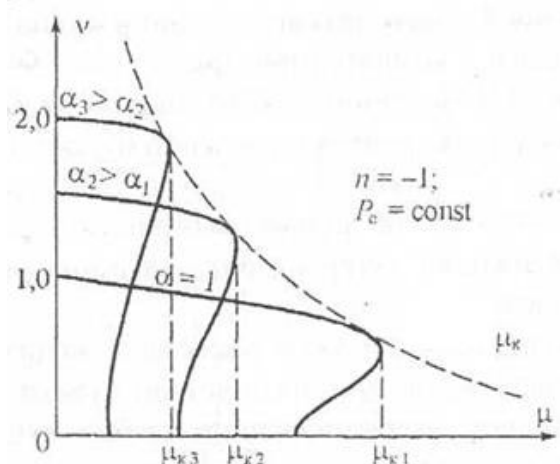
$\mu_c = \alpha^n$  (5)ни оламиз.

Агар статик қуввати ўзгармас бўлса ( $n = -1$ ), у ҳолда идеаллаштирилган асинхрон моторни частотали бошқариш  $\gamma = \sqrt{\alpha}$  буйича бажарилади, у критик моментнинг частотага нисбатан тескари пропорционал боғланишини таъминлайди, яъни  $\lambda_m$ . Асинхрон моторнинг қуввати ўзгармас бўлган қонун буйича ўзгаришнинг механик характеристикаси 1-расмда келтирилган.

Қўпинча тезликнинг бундай ростлаш  $\alpha > 1$  бўлганда қўлланилади.

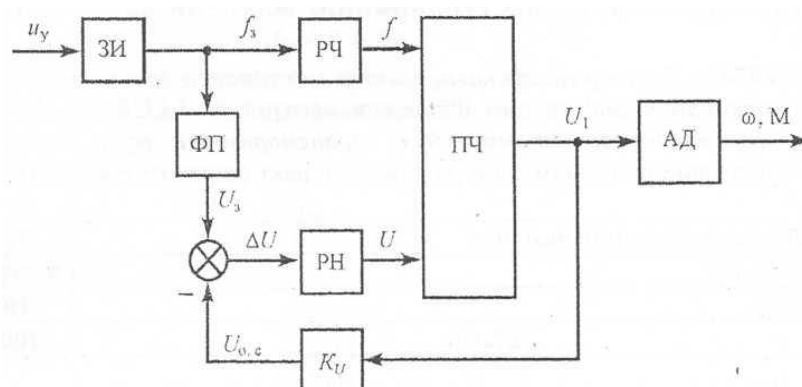
$$\gamma = \alpha^{1 + \frac{n}{2}}$$

Қуввати ўзгармас бўлган қонун буйича ўзгарадиган характеристикада фақат идеаллаштирилган асинхрон моторли электр юритмани частотали ростлаш самарали ва юритма ишини қониқтиради.



1-расм. Идеаллаштирилган асинхрон моторларни  $\gamma = \alpha^{1/2}$  қонунга кўра частотали бошқаришдаги механик характеристикаси (нисбий бирликларда).

Ўзининг соддалиги ва бир тарафлама берилётган кучланишнинг частотага боғлиқлиги частотали бошқариш қонунини соддалиги сабабли ҳозирги кунда ҳам частота ўзгартгичларида қўлланилади, бунда бу қонун бошқариш тизимида “ҳимоя” вазифасини ўтаб, бошланғич ва охириги қийматларни ўзгартириш имкониятига эга бўлади. Шунга асосан статик қаршилиқ моментидан юқори сонларни тезликга боғлиқ бўлмаган ва тезликга боғлиқ бўлганда, бу икки частота ўзгартгичларининг техник параметрлари шу икки категориядаги статик моментлар берилади. Бироқ реал ва идеаллашган асинхрон моторлар характеристикалари, талаб этиладиган частотали ростланадиган электр юритманинг техник ва технологик параметрини очиқ тизими частота ўзгариш қонуни буйича амалга ошади [3]. Очиқ тизимда частотали бошқариш қонуни, қачонки кучланиш фақат частота функцияси буйича ўзгарганда реал асинхрон мотор юкланиш хусусияти кенг диапазонда момент ва тезликнинг дойимийлигини таъминлай олмайди. Асинхрон моторни частотали бошқаришнинг очиқ тизими функционал схемаси 2-расмда келтирилган. Кучланиш буйича тескари боғланиш  $U_m$  бу ерда, фақат бошқариладиган катталиклар оралиғида бошқариш тизимидан берилган  $\gamma = f(\alpha)$  ни ушлаб туриш учун қўлланилади. Бу вазифани функционал блок ФП бажаради.



2-расм. Частотали бошқаришнинг очик тизими функционал схемаси.

Кучланиш буйича тескари боғланиш РН кучланиш ростлагичи чизиқсизлигига таъсирини ва частота ўзгартгичи ПЧ нинг куч блокадаги бериладиган кучланиш  $U_z$  қиймати исрофлар таъсирини йўқотади, бироқ юклага боғлиқ бўлмаган ҳолда фақат  $f_s$  частота функциясининг ростлаш хусусиятига таъсир қилмайди. Частотали ростланадиган электр юритмалар динамикаси интенсивлик топширгичи ЗИ ва частота ростлагичи РЧ ва кучланиш ростлагичлари РН ёрдамида йиғилади. Частотали бошқаришнинг очик тизимининг камчиликлари ёпик тизимда бартараф этилади, қачонки моторда кучланиш частота функциясида эмас балки юклага токи (моменти) буйича ҳам ўзгариши мумкин. Бунинг учун моторнинг магнит оқими ва юкланиш хусусияти берилган миқдорда ушлаб турилади. Шундай қилиб ишлаб чиқариш механизмларини қисқа туташ роторли асинхрон моторли юритмалар ёрдамида скаляр катталар буйича частота принципида бошқаришда ишлаб чиқаришда самара ва сифат кўрсаткичларига эришилади.

#### Адабиётлар

1. Барский В.А. и др. Создание серии преобразователей частоты для регулируемых асинхронных электроприводов. // Электротехника. 1999. - № 7. - с. 38-41.
2. Бердиев У.Т. и др. Выравнивание токов нагрузки тяговых асинхронных двигателей транспортной установки при параллельной работе. Вестник, ТашИИТ, 2010 г, стр. 48-51.
3. Люттин Т., Покровский С.В., Унифицированные многосистемные преобразователи нового поколения для электровозов с асинхронными тяговыми двигателями. ЖДМ, номер: 5, 2005 г., стр. 31-38.

#### References

1. Barsky V.A. and others. Creation of a series of frequency converters for adjustable asynchronous electric drives // Electrical engineering. 1999. - № 7. - p. 38-41.
2. Berdiyev U.T. and others. Load current equalization of traction asynchronous motors of transport plant at parallel operation. News, TashIIT, 2010, p. 48-51.
3. Luttin T. Pokrovsky S.V., New generation unified multi-system converters for electric locomotives with asynchronous traction motors. Railway, 2005 year, p. 31-38.

#### Сведения об авторах / Information about the authors

**Бердиев Усан Турдиевич** – к.т.н., профессор, заведующей кафедрой «Электрический транспорт и высокоскоростной электроподвижной состав», ТашИИТ, телефон: +998-71-299-02-17 e-mail: berdiyev1962@inbox.ru

**Норбоев Анвар** – ассистент кафедры «Электроэнергетика», Каршинский инженерно-экономический институт, телефон: +998-90-517-00-54, e-mail: berdiyev1962@inbox.ru

**Berdiev Usan** - candidate of Technical Sciences, professor, head of the Department «Electric transport and high-speed electric rolling stock», Tashkent Railway Engineering Institute, telephone: +998-71-299-02-17, e-mail: berdiyev1962@inbox.ru

**Norboev Anvar** - assistant of the Department «Electric energy», Karshi engineering Economic Institute, telephone: +998-71-299-02-17, e-mail: [berdiyev1962@inbox.ru](mailto:berdiyev1962@inbox.ru)