

UO‘K 621.867.2

**NASOS QURILMALARIDA MOMENT VA TEZLIKNI AVTOMATIK ROSTLASH MASALALARI****Ishnazarov Oybek Xayrullayevich** - texnika fanlari doktori, professor,e-mail: [oybek.ishnazarov@gmail.com](mailto:oybek.ishnazarov@gmail.com)**Shavazov Abdulatif Achilovich** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim,e-mail: [shavazov@inbox.ru](mailto:shavazov@inbox.ru)**Ishanova Dildora Abduvalievna** - doktorant (PhD), e-mail: [dil.ishanova@gmail.com](mailto:dil.ishanova@gmail.com)O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti,  
Toshkent sh., O‘zbekiston

*Аннотация.* Dunyoda sug‘orish tizimida nasos agregatlarini chastotaviy o‘zgartirgichlar orqali boshqarishga, nasos agregatining ish rejimlarini optimallashtirishga, hamda energiya sarfini aniqlashga katta e‘tibor qaratilmoqda. Ushbu masalalarni yechish maqsadida maqolada nasos agregatlarini avtomatlashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Chastota o‘zgartirgich qurilmasi ishchi holatdagi yuklamada ishlaydigan qisqa tutashtirilgan asinxron elektr dvigatellarning aylanish tezligini boshqarish imkonini beradi. Elektr yuritmalarni rostlaydigan chastotaviy boshqarish zamonaviy tizimlari o‘zgaruvchan kattaliklarni rostlash prinsipi asosida bajariladi. Asinxron dvigatelning avtomatik boshqarish tizimini sintezlash uchun yangi yondashuvlar o‘rganilgan. Moment va tezlikni rostlash masalalari doirasida dvigatelning stator toki va rotorning oqim ilashishi real qiymatlari rotor toki vektorining yo‘nalishi bo‘yicha sintezlash usullari tahlil qilingan. Nasos agregatlarining qisqa tutashtirilgan asinxron elektr dvigatellarini chastota o‘zgartirgich qurilmasi orqali tezlik va momentni boshqarish masalalarini tahlili natijasida, nasos agregatlarini avtomatik ishga tushirish, uni teskari aylantirish va tormozlash, nasos agregatlarini uzluksiz ishga tushirib ishlatishga imkon beradi, uning tezligini va nasos quvvatini bir meyorda ushlab turadi va butun nasos stansiyasining samaradorligini oshiriladi. Dvigatelning tezligini ravon boshqarishni ta‘minlashda nasos stansiyasining mexanik qismini soddalashtirish, ta‘mirlash va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish imkoni yaratiladi

*Калит so‘zlar:* moment, tezlik, kuchlanish, tok, nasos agregati, asinxron dvigatel, cho‘lg‘am, vektor, energetik samaradorlik, quvvat, chastota.

УДК 621.867.2

**ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА И СКОРОСТИ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК****Ишнazarov Oйbek Xайруллаевич** - доктор технических наук, профессор,e-mail: [oybek.ishnazarov@gmail.com](mailto:oybek.ishnazarov@gmail.com)**Шавазов Абдулатиф Ачилович**-доктор философии по техническим наукам, старший научный сотрудник,e-mail: [shavazov@inbox.ru](mailto:shavazov@inbox.ru)**Ишанова Дилдора Абдувалиевна** - докторант (PhD), e-mail: [dil.ishanova@gmail.com](mailto:dil.ishanova@gmail.com)Институт проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Узбекистан

*Аннотация.* В оросительных системах мира большое внимание уделяется управлению насосными агрегатами с помощью частотных преобразователей, оптимизации режимов работы насосного агрегата, определению расхода энергии. В целях решения этих задач в статье рассматривается автоматизация насосных агрегатов. Частотно-преобразовательное устройство позволяет управлять скоростью вращения короткозамкнутых асинхронных электродвигателей в рабочем режиме. Современные системы частотного управления для регулирования электроприводов выполняются на основе

принципа регулирования переменных величин. Изучены новые подходы к синтезу системы автоматического управления асинхронным двигателем. В рамках проблем регулирования момента и скорости проанализированы методы синтеза реальных значений тока статора двигателя и потокосцепления ротора в направлении вектора тока ротора. В результате анализа таблиц управления скоростью и моментом короткозамкнутых асинхронных электродвигателей насосных агрегатов через устройство преобразователя частоты возможен автоматический пуск, реверс и торможение насосных агрегатов, использование насосных агрегатов при непрерывном пуске, сохраняя скорость и мощность насоса на одном уровне и повышая эффективность всей насосной станции. При обеспечении плавного регулирования оборотов двигателя появляется возможность упростить механическую часть насосной станции, снизить затраты на ремонт и эксплуатацию.

**Ключевые слова:** момент, скорость, напряжение, ток, насосный агрегат, асинхронный двигатель, обмотка, вектор, энергоэффективность, мощность, частота.

UDC 621.867.2

## PROBLEMS OF AUTOMOTIVE CONTROL OF PUMPING PLANTS' TORQUE AND SPEED

**Ishnazarov Oybek Xayrullayevich** - doctor of technical sciences, professor,  
e-mail: [oybek.ishnazarov@gmail.com](mailto:oybek.ishnazarov@gmail.com)

**Shavazov Abdulatif Achilovich** - Doctor of Philosophy in technical Sciences, senior scientific researcher, e-mail: [shavazov@inbox.ru](mailto:shavazov@inbox.ru)

**Ishanova Dildora Abduvalievna** - Doctoral student (PhD), e-mail: [dil.ishanova@gmail.com](mailto:dil.ishanova@gmail.com),

Institute of Power Engineering Problems, Academy of Science of the Republic of Uzbekistan,  
Tashkent.

**Abstract.** In the world irrigation systems a lot of attention is paid to the control of pumping units using frequency converters, which optimize the operating modes of the pumping unit, and determining energy consumption. In order to solve these problems, the article discusses issues of pumping units automation. The frequency-converting device allows to control the rotation speed of short-circuited asynchronous electric motors in the operating mode. Modern frequency control systems for regulating electric drives are based on the principle of regulating of variable quantities. New approaches to the synthesis of an automatic control system for an asynchronous motor have been studied. Within the framework of the problems of torque and speed control, methods for synthesizing real values of the motor stator current and rotor flux linkage in the direction of the rotor current vector are analyzed. As a result of the analysis of tables for controlling the speed and torque of squirrel-cage asynchronous electric motors of pumping units through a frequency converter device, it is possible to automatically start, reverse and brake pumping units, use pumping units during continuous start-ups, keeping the speed and power of the pump at the same level and increasing the efficiency of the entire pumping station. When providing smooth control of engine speed, it becomes possible to simplify the mechanical part of the pumping station, reduce the cost of repair and operation.

**Keywords:** torque, speed, voltage, current, pumping unit, asynchronous motor, winding, vector, energy efficiency, power, frequency.

### Kirish

Hozirgi kunda jahon miqiyosida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 20 foizidan ortig'ini nasos qurilmalari iste'mol qiladi [1, 2], 2030-yilga borib esa, nasos qurilmalarida elektr energiyasining iste'moli o'rtacha 1,8 foizga ortishi kutilmoqda. Shu bilan birga mashinali sug'orish tizimida nasos agregatlarini chastotaviy o'zgartirgichlar orqali boshqarishga, nasos agregatining ish rejimlarini optimallashtirishga, hamda energiya sarfini aniqlashga katta e'tibor qaratilmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-avgustdagi PQ-4422-sonli “Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu maqola tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi [1, 2].

Nasos agregatlari va qurilmalarini avtomatlashtirish masalalarini ko‘rib chiqishda har bir agregat yoki qurilma bitta buyruq orqali boshqarilishi va so‘ng agregat avtomatik ravishda ishlashi qabul qilingan [3, 4]. Bunda alohida mexanizmlarning ishlash ketma-ketligi ta‘minlanadi, hamda ishga tushirish, to‘xtatish va normal ishlash jarayonlarida operatsiyalar bajarilishi ta‘minlanadi.

Stansiyaning umumiy ishlashiga tegishli bir qator masalalari yechilmoqda, masalan stansiyaning ishini rostdlash, zahira kiritish, qisqa muddatli vaqtincha kuchlanish zararidan keyin stansiya ishini qayta tiklash va h.z. Butun avtomatlashtirilgan sug‘orish tizimining kichik bir tizimi sifatida nasos stansiyalarning berilgan texnologik rejimlari avtomatlashtiriladi. Avtomatlashtirish darajasiga qarab, nasos stansiyalari avtomatlashtirilgan, dasturiy boshqariladigan va avtomatik turlariga bo‘lingan.

Elektr motorlarning muhim xususiyatlaridan biri shundaki, valdagi yuklamalardan qat‘iy nazar dvigatelning doimiy tezligi o‘zgarmaydi. Chastota o‘zgartirgich qurilmasi ishchi holatdagi yuklamada ishlaydigan qisqa tutashtirilgan asinxron elektr dvigatellarning aylanish tezligini boshqarish imkonini beradi [4].

Chastotaviy boshqarish elektr yuritmalarni rostdlash uchun zamonaviy tizimlar, qoida bo‘yicha, bo‘ysunuvchi o‘zgaruvchan kattaliklarni rostdlash prinsipi asosida bajariladi [5]. Ko‘rsatilgan avtomatik boshqarish tizim (ABT) turlari sintezi rostdlash obyekti sifatida asinxron dvigatel va chastota o‘zgartirgichlarning o‘ziga xosligi bilan bog‘liq qator spetsifik xususiyatlarga ega. Elektr yuritma xarakteristikalariga CHO‘-AD tizimidagi elektromagnit o‘tish jarayonlari muhim ta‘sir ko‘rsatadi va ularni e‘tiborga olmaslik nafaqat yuqori dinamik ko‘rsatkichlarni olish imkoni bo‘lmaydi, yana elektr yuritmalarning turg‘unligini ta‘minlashda jiddiy qiyinchiliklarni ham tug‘diradi.

Berilgan elektr yuritmalar bilan avtomatik boshqarish tizimini sintezlashning asosiy qiyinchiliklari birinchi navbatda rostdlash obyekti sifatida asinxron dvigatelning haddan tashqari murakkabligi bilan bog‘liq. Ko‘rib chiqilgan asinxron dvigatellarining tuzilmali sxemalariga ko‘ra ular asosan kanallar aro katta miqdordagi noxiziqiy ko‘ndalang bog‘lanishlari bilan ko‘p kanalli rostdlash obyekti hisoblanadi. Bundan tashqari, asinxron dvigatelning holati uning barcha fazalarining birgalikdagi (umumiy) ta‘siri bilan aniqlanadi, ammo boshqaruvchi ta‘sir (kuchlanish yoki tok) barqarorlashgan rejimda bo‘lsa ham doimiy kattalik bo‘lib hisoblanmaydi.

Yuqori sifatli avtomatik boshqarish tizimlarini yaratish tajribalariga ko‘ra elektr yuritmalarning chastotaviy boshqarish tizimini obyektning differensial tenglamalarini chiziqdash va chastotaviy usullarni qo‘llanishlariga asoslangan an’anaviy usullar orqali sintezlash mashaqqatli va samarasiz [6].

Yuqorida ko‘rsatilgan sharoitlar asinxron dvigatelning avtomatik boshqarish tizimini sintezlash uchun yangi yondashuvlar shakllanishiga olib keladi. U umumlashtirilgan elektr mashinalari nazariyasi asosida olingan asinxron dvigatellarining to‘liq differensial tenglamalarini qo‘llanilishini talab qiladi. Bu yerda avtomatik boshqarish tizimiga nisbatan sintezlanadigan kattaliklarni to‘g‘ri tanlash va tanlangan kattaliklarga nisbatan koordinata tizimining maqbul yo‘nalishi katta ahamiyatga ega. Bu sintezning masalasini yechilishiga imkoniyat beradi.

### Uslub va materiallar

**Elektr yuritmalarni ABT sintezlash.** Avtomatik boshqarish tizimini sintezlashda obyektning noxiziqililigini kompensatsiyalash va ichki bog‘lanishlarni neytrallashtirish o‘tkaziladi. Bu esa o‘zgaruvchan tok elektr yuritmalarda o‘zgartirilgan tizimga rostdlash usullarini qo‘llanishga imkoniyat yaratadi. Tizimni tavsiflashda umumlashtirilgan vektorlar usuli keng qo‘llanilmoqda va uning asosida asinxron dvigatelning holatiga uning barcha fazalarining yakunlovchi ta‘sirini qulay shaklda taqdim etiladi [6, 7].

Hozirgi vaqtda juda ko‘p har xil asinxron elektr yuritmalari avtomatik boshqarish tizimlari ishlab chiqilgan. Ularni kuchlanish, tok va oqim ilashmalari vektorlarini rostlash orqali amalga oshiriladigan koordinata tizimi yo‘naltirish usuli bo‘yicha ajratib, rotor oqimi vektorining yo‘nalishi bo‘yicha koordinata tizimining yo‘naltirish va rotorning holatiga nisbatan yo‘naltirish bilan tizimlarni ajratish mumkin.

Sintezning asosiga x o‘qi rotor oqim ilashmasi yakunlovchi vektorining  $\Psi_r$  yo‘nalishi bo‘yicha yo‘naltirilgan ortogonal koordinata tizimida x, y, o yozilgan keltirilgan asinxron dvigatelining [7, 8] differensial tenglamasi qo‘yilgan. Ushbu tenglamalar quyidagi ko‘rinishga ega:

$$u_{sx} = \frac{L_\mu}{L_r} \frac{d\Psi_r}{dt} + \left( L_s - \frac{L_\mu^2}{L_r} \right) X + X \left( \frac{di_{sx}}{dt} - i_{sy} \omega_k \right) + r_s i_{sx}; \quad (1)$$

$$i_{sy} = \left( L_s - \frac{L_\mu^2}{L_r} \right) \left( \frac{di_{sy}}{dt} + i_{sx} \omega_k \right) + \frac{L_\mu}{L_r} \Psi_r \omega_k + r_s i_{sy}; \quad (2)$$

$$0 = \frac{d\Psi_r}{dt} + \frac{\Psi_r}{T_r} - \frac{L_\mu}{T_r} i_{sx} \quad (3)$$

$$0 = -\Psi_r \omega_r + \frac{L_\mu}{T_r} i_{sy}; \quad (4)$$

$$M = \frac{3}{2} p_n \frac{L_\mu}{T_r} \Psi_r i_{sy}, \quad (5)$$

bu yerda,  $u_{sx}$ ,  $u_{sy}$ , - stator kuchlanishining tashkil etuvchilari;  $i_{sx}$ ,  $i_{sy}$  - stator tokining tashkil etuvchilari;  $\Psi_r$  - rotor oqim ilashmasi yakunlovchi vektorining moduli;  $\omega_r = \omega_k - \omega$  - rotor maydoniga nisbatan rotorning sirpanish aylanma chastotasi;  $\omega_k$  - koordinata o‘qlarining burchak tezligi;  $\omega$  - rotorning elektr burchak tezligi;  $r_s$ ,  $r_r$  - stator va rotor chulg‘amlarining aktiv qarshiligi;  $L_s$ ,  $L_r$  - stator va rotor chulg‘amlarining to‘liq induktivligi;  $T_r = L_r/r_r$  - rotorning elektromagnit vaqt doimiyligi;  $L_\mu$  - stator va rotor orasi o‘zaro induktivligi ya‘ni magnitlash induktivligi;  $p_n$  - stator chulg‘amining juft qutb soni.

Rotor oqim ilashmasi yakunlovchi vektorining moduli (3) va (5) ga ko‘ra rotor oqimi yo‘nalishiga stator toki vektorining proyeksiyasi bilan aniqlanadi, moment esa - rotor oqim ilashmasi modulining stator tokining tashkil etuvchisiga va rotorning ortogonal oqimiga ko‘paytirish asosida aniqlanadi.

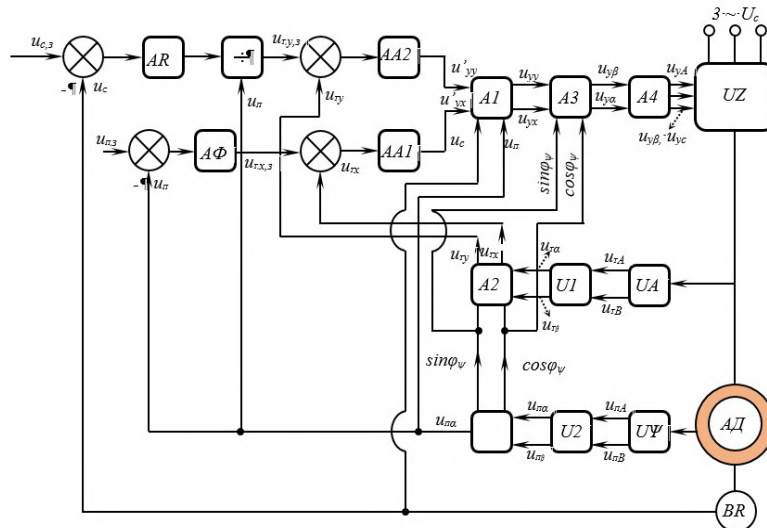
### Natija

Ko‘rib chiqilgan rostlash tizimi shunday bajarilgan stator toki va rotor oqim ilashmasi o‘lchangan real qiymatlari rotor oqim ilashma vektorining yo‘nalishi bo‘yicha orientirlangan ortogonal koordinat tizimiga o‘zgarib qoladi [7-9].

Natijada  $\Psi_r$ ,  $i_{sx}$ ,  $i_{sy}$  larga proporsional doimiy signallar paydo bo‘ladi va ushbu kattaliklarni alohida rostlashda qo‘llaniladi. Bunda  $i_{sx}$  ni rostlash konturi oqim ilashmasini rostlash konturiga nisbatan – ichki,  $i_{sy}$  ni rostlash konturi esa tezlikni rostlash konturiga nisbatan ichki hisoblanadi. Rostlagich chiqishida  $i_{sx}$  va  $i_{sy}$  qo‘zg‘almas koordinata tizimiga teskari o‘zgarishdan so‘ng chastota o‘zgartirgichi bilan boshqarish uchun qo‘llanadigan kuchlanishni boshqaruvchi hosil bo‘ladi.

### Munozara

**ABTning funksional sxemasi.** Tizimning funksional sxemasi 1-rasmda ko‘rsatilgan. Bunda  $U_A$  va  $U_\Psi$  rotor oqim ilashmasi va tokning datchigi.  $U_\Psi$  sifatida mashinaning havo oraliq‘ida joylashgan Xoll datchigi qo‘llaniladi. Koordinatli o‘zgartirgichlar  $U_1$  va  $U_2$  o‘lchangan faza qiymatlariga  $\Psi_{rA}$ ,  $\Psi_{rB}$ ,  $i_{sA}$ ,  $i_{sB}$  (6) proporsional  $u_{rA}$ ,  $u_{rB}$ ,  $u_{rA}$ ,  $u_{rB}$  signallarini ortogonal qo‘zg‘almas koordinata tizimlariga  $\alpha$ ,  $\beta$ , 0 ( $u_{r\alpha}$ ,  $u_{r\beta}$ ,  $u_{r0}$ ,  $u_{r0}$  signallariga) o‘zgartirish uchun mo‘ljallangan. Ikkala o‘zgartirgichlar o‘xshash sxemalar bo‘yicha umumlashtiruvchi kuchaytirgichlarda bajarilgan.



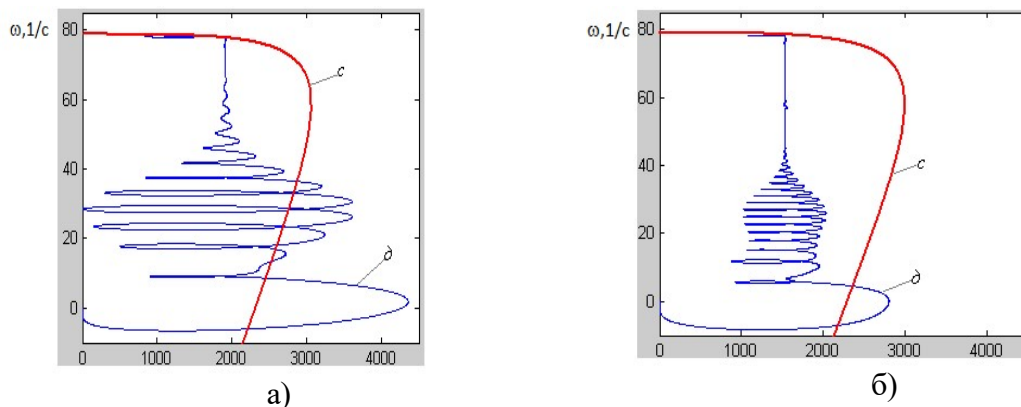
1-rasm. Rotorning oqim ilashmasiga yo‘naltirilgan [7]

Ularning ishlashi quyidagi o‘zaro nisbatlarga asoslangan:

$$\Psi_{r\alpha} = \Psi_{rA} \Psi_{r\beta} = (\Psi_{r\alpha} + 2\Psi_{rB})/\sqrt{3}, \tag{6}$$

$$i_{s\alpha} = i_{sA} i_{s\beta} = (i_{sA} + 2i_{sB})/\sqrt{3}. \tag{7}$$

Olingan kattaliklarni maydonga yo‘naltirilgan koordinata tizimiga keyinchalik o‘zgartirish uchun vektor yo‘nalishi  $\Psi_r$  va statorning qo‘zg‘almas o‘qlari orasidagi burchakni  $\phi\Psi$  aniqlash kerak.



2-rasm. Chastotali ishga tushurishda motorning statik (s) va dinamik (d) xarakteristikalari; a) ishga tushurishning yuqori intensivligi; b) ishga tushurishning pastki intensivligi [8]

Ushbu maqsadda koordinata indikatori D ishlatiladi. D da  $\sin\phi\Psi$  va  $\cos\phi\Psi$  larga proporsional rotor oqim yo‘nalishi moduli va meyorlangan signallar hisoblanadi. Bunda quyidagi o‘zaro nisbat qo‘llaniladi:

$$\Psi_r = \sqrt{\Psi_{\alpha}^2 + \Psi_{\beta}^2}; \tag{8}$$

$$\cos\phi\Psi = \Psi_{r\alpha}/\Psi_r; \tag{9}$$

$$\sin\phi\Psi = \frac{\Psi_{r\beta}}{\Psi_r}. \tag{10}$$

Rotor maydoniga mo‘ljallangan aylanma koordinata tizimidagi rotor oqim yo‘nalishining vektori modul  $\Psi_r$  (8) ( $u_{\pi}$  signali) bilan aniqlanadi. Stator tokining tashkil etuvchilarini  $i_{sA} i_{s\beta}$  (7) ( $u_{r\alpha}$ ,  $u_{r\beta}$  signallari) aylanma koordinata tizimiga  $i_{sx}$ ,  $i_{sy}$  ( $u_{rx}$ ,  $u_{ry}$  signallariga) keltirish uchun vektorli burilish qurilmasi A2 qo‘llaniladi. Bu qurilma quyidagi o‘zaro nisbatga muvofiq ishlaydi:

$$i_{sx} = i_{s\alpha} \cos\phi\Psi + i_{s\beta} \sin\phi\Psi; \tag{11}$$

$$i_{sy} = i_{s\beta} \cos\phi\Psi - i_{s\alpha} \sin\phi\Psi. \tag{12}$$

Rostlagichlar chiqishi stator tokining tashkil etuvchilarida  $i_{sx}$  va  $i_{sy}$  AA1, AA2 inventer chiqishida kuchlanishni aniqlovchi  $u'_{yx}$  va  $u'_{yy}$  signallarini shakllantiradi. Oldindan ushbu signallar

$i_{sx}$  va  $i_{sy}$  larni rostlash konturlarining birgalikdagi ta'sirini bartaraf etuvchi yechish bloki A1 orqali o'tadi. U (1) va (2) tenglamalariga muvofiq ishlaydi va  $u_{sx}$ ,  $u_{sy}$  kuchlanishlarga proporsional  $u_{yx}$  va  $u_{yy}$  boshqaruvchi signallarni shakllantiradi [10, 11].

A1 chiqishdan  $u_{sx}$  va  $u_{sy}$  signallar vektorli burilish qurilmasiga A3 beriladi. Bu qurilma A2 ga o'xshash sxemasi bo'yicha kattaliklarni qo'zg'almas koordinata tizimlariga teskari o'zgartirishni quyidagi tenglamalarga muvofiq bajaradi:

$$u_{y\alpha} = u_{yx}\cos\varphi\psi + u_{yy}\sin\varphi\psi; \quad (13)$$

$$u_{y\beta} = u_{yx}\sin\varphi\psi - u_{yy}\cos\varphi\psi. \quad (14)$$

Koordinatalarni o'zgartirish qurilmasi A4 olingan signallarni uch fazali koordinata tizimiga o'zgartiradi va natijada chastota o'zgartirgichini boshqarish uchun qo'llaniladigan  $u_{yA}$ ,  $u_{yB}$  va  $u_{yC}$  signallar shakllantiriladi. A4 qurilmasi umumlashtiruvchi kupaytirgich asosida ishlab chiqilgan va quyidagi o'zaro nisbatlarni amalga oshiradi:

$$u_{yB} = -\frac{1}{2}u_{y\alpha} + \frac{\sqrt{3}}{2}u_{y\beta}, \quad (15)$$

$$u_{yC} = -\frac{1}{2}u_{y\alpha} - \frac{\sqrt{3}}{2}u_{y\beta}. \quad (16)$$

### Xulosa

Ko'rib chiqilgan koordinatali o'zgartirgichlar avtomatik boshqarish tizimida ikkita mustaqil rostlash kanallarini ajratadi: uning bittasi tezlikni rostlashga, boshqasi esa mashinaning oqimini rostlash uchun qo'llaniladi.

Nasos agregatlarining qisqa tutashtirilgan asinxron elektr dvigatellarini chastota o'zgartirgich qurilmasi orqali tezlik va momentni boshqarish masalarini tahlili natijasida, nasos agregatlarini avtomatik ishga tushirish, uni teskari aylantirish va tormozlash, nasos agregatlarini uzluksiz ishga tushirib ishlatishga imkon beradi, uning tezligini va nasos quvvatini bir meyorda ushlab turadi va butun nasos stansiyasining samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari dvigatelning tezligini ravon boshqarishni ta'minlashda nasos stansiyasining mexanik qismini soddalashtiradi, ta'mirlash va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi.

### Adabiyotlar

- [1] Mirziyoyev Sh.M. "Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz". Toshkent: "O'zbekiston", 2017.
- [2] Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы ее развития. – Т.: "Фан ва технологиялар нашриёт матбаа уйи", 2021. – 952 с.
- [3] Драчев Г.И. Теория электропривода. – Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 137 с.
- [4] Ишназаров О.Х. Имитационная модель частотно-регулируемых электроприводов пульпа насосов горнорудной промышленности // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, – 2009. – № 6. –С. 58-65.
- [5] Камалов Т.С. Частотно регулируемый электропривод насосных станций машинного орошения. – Т.: Фан, 2014. – 368 с.
- [6] Терехов В.М. Осипов О.И. Система управления электроприводов. – М.: Академия, 2007. – 301 с.
- [7] В.А. Елисеев, А.В. Шинян. Справочник по автоматизированному электроприводу Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. М.: Энергоатомиздат, 1983. .
- [8] A.Isakov, A.Shavazov and A. Elmuratova. Management efficiency of pumping aggregates through frequency converter. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1076 (2022) 012050 AEGIS-2022.
- [9] T.Kamalov, A Isakov, A.A.Shavazov, A.Elmuratova, and B.Tukhtamishev. Calculation of specific rates of the electric energy consumption at frequency regulation of electric drives: A case study of pumping stations. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012001. ICECAE 2021.
- [10] <http://www.amkt.ru/>
- [11] <http://electrolibrary.info/>