



# Yuqori kuchlanishli nasos stansiyalarini chastota o'zgartirgichlar asosida samaradorligini oshirish

Boboqul Shaymatov<sup>1</sup>, Muzaffar B. Xolmurodov<sup>1, a)</sup>

<sup>1</sup> t.f.n., dots. Buxoro muhandislik texnologiya instituti, Buxoro, 200100, O'zbekiston: [boboqul.shaymatov@mail.ru](mailto:boboqul.shaymatov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4790-5523>

<sup>1, a)</sup> t.f.n., dots. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, 210100, O'zbekiston: [muzaffar-xolvurodov@mail.ru](mailto:muzaffar-xolvurodov@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-4627-5658>

**Dolzarbli:** nasos stansiyalarini optimal boshqarish, qurilmalaridagi harakatlanuvchi parraklarining burchagini o'zgartirish, suv sathning o'zgarishi bilan ikki va undan ortiq markazdan qochma nasoslarning birgalikda ishlashining texnologik sxemalari va usullarini takomillashtirish hamda energetik ko'rsatkichlarini aniqlashga qaratilgan.

**Maqsad:** nasos qurilmalarining parallel, ketma-ket va birgalikda ishlashi sxemalarini ishlab chiqish, o'zaro bog'langan nasoslarni guruhli boshqarish, nasos-quvur tizimidagi gidravlik anomalialarni bartaraf etish, nasos stansiyalarining samaradorligi va ishonchligini oshirish chora-tadbirlarini o'rganish.

**Usullari:** meliorativ nasos qurilmasining chastotali boshqariladigan elektr qo'zg'atish tizimini avtomatik boshqarish usullari va tamoyillari, shuningdek energiyani tejovchi ish rejimlari qo'llaniladi.

**Natijalar:** meliorativ nasos stansiyalari tomonidan suv ta'minotining texnologik jarayonining energiya samaradorligini elektr nasoslari yuritmalarining chastotali nazorati va energiyani tejash rejimlaridan foydalanish orqali oshirish. Elektr simlarini boshqarish uchun elektr zanjirlari, shuningdek, yuqori voltli podstansiyalar uchun sxemalar tahlili o'tkazildi.

**Kalit so'zlari:** yuritma, gidromexanik, signal, liniya, chiziqli, quvvat, texnologiya, energiya tejamkor, tizim, kontur, stansiya, garmonika, faza, chastota, amplituda, nasos, boshqarish, kuchlanish, tebranish, agregat, tarmoq, samarador, o'zgartirgich, telesignalizatsiya, tavsif, ferrozonans, kondensator, barqaror, magnit o'zak.

## Повышение эффективности насосных станций высокого напряжения на основе преобразователей частоты

Бобокул Шайматов<sup>1</sup>, Музаффар Б. Холмуродов<sup>1, a)</sup>

<sup>1</sup> к.т.н., доц. Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, 200100, Узбекистан: [boboqul.shaymatov@mail.ru](mailto:boboqul.shaymatov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4790-5523>

<sup>1, a)</sup> к.т.н., доц. Навоийский государственный технологический университет, Навои, 210100, Узбекистан: [muzaffar-xolvurodov@mail.ru](mailto:muzaffar-xolvurodov@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-4627-5658>

**For citation:** B. Shaimatov, M.B. Kholmurodov. Improving the efficiency of high-voltage pumping stations based on frequency converters. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2024, no. 4, pp. 66-73.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14564577>

Received: 18.10.2024

Revised: 05.11.2024

Accepted: 10.12.2024

Published: 27.12.2024

**Copyright:** © Bobokul Shaimatov, Muzaffar B. Kholmurodov, 2024. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Актуальность:** оптимальное управление насосными станциями, изменение угла поворота лопаток в насосах, совершенствование технологических схем и способов совместной работы двух и более центробежных насосов при изменении уровня воды, определение энергетических показателей.

**Цель:** разработать схемы параллельной, последовательной и совместной работы насосных устройств, группового управления взаимосвязанными насосами, устранения гидравлических аномалий в системе «насос-труба», исследовать меры по повышению эффективности и надежности насосных станций.

**Методы:** используются методы и принципы автоматического управления частотно-регулируемой системой электропривода мелиоративной насосной установки, а также энергосберегающие режимы работы.

**Результаты:** повышение энергоэффективности технологического процесса подачи воды мелиоративными насосными станциями путём применения частотного регулирования электроприводов насосов и энергосберегающих режимов. Сделан анализ электрических схем управления электропроводами, а также схем высоковольтных подстанций.

**Ключевые слова:** система, гидромеханика, сигнал, линейная, силовая, технологическая, энергоэффективная, схема, станция, гармоническая, фазовая, частота, амплитуда, насосная, управление, напряжение, вибрация, агрегат, сетевая, эффективная, трансформатор, телесигнализация, описание, феррозонанс, конденсатор, стабильный, магнитопровод.

## Improving the efficiency of high-voltage pumping stations based on frequency converters

Bobokul Shaimatov<sup>1</sup>, Muzaffar B. Kholmurodov<sup>1, a)</sup>

<sup>1</sup> PhD, Assoc. Prof. Bukhara Engineering and Technology Institute, Bukhara, 200100, Uzbekistan: [boboqul.shaymatov@mail.ru](mailto:boboqul.shaymatov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4790-5523>

<sup>1, a)</sup> PhD, Assoc. Prof. Navoi State Technological University, Navoi, 210100, Uzbekistan: [muzaffar-xolvurodov@mail.ru](mailto:muzaffar-xolvurodov@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-4627-5658>



**Relevance:** optimal control of pumping stations, changing the angle of inclination of moving parts in furnaces, improving process flow charts and methods of joint operation of two or more centrifugal pumps when the water level changes, determining energy indicators.

**Aim:** to develop schemes for parallel, sequential and joint operation of pumping devices, group control of interconnected pumps, elimination of hydraulic anomalies in the pump-pipe system, study measures to improve the efficiency and reliability of pumping stations.

**Methods:** methods and principles of automatic control of the frequency-controlled electric drive system of the melioration pumping unit, as well as energy-saving operating modes are used.

**Results:** increasing the energy efficiency of the technological process of water supply by melioration pumping stations by using frequency regulation of electric pump drives and energy-saving modes. An analysis of electrical control circuits for electric wires, as well as circuits of high-voltage substations, was made.

**Key words:** system, hydromechanics, signal, linear, power, technological, energy-efficient, scheme, station, harmonic, phase, frequency, amplitude, pump, control, voltage, vibration, unit, network, efficient, transformer, remote signaling, description, ferroresonance, capacitor, stable, magnetic circuit.

## 1. Kirish (Introduction)

Elektr energiyadan samarali foydalanishning ahamiyati va uning innovatsion rivojlanishi bo'yicha O'zbekiston Respublikasining ko'plab qonun va qarorlarida aks ettirilgan hamda tartibga solingan. Shunga asosan energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi davlat siyosatining asosiy yo'nalishlari belgilab berilgan [1-5].

Ushbu yo'nalishda, jumladan, ko'p agregatli nasos stansiyalarda nasos qurilmalarini yuqori kuchlanishli nasos stansiyalarning energetik samaradorligini oshirish nazarda tutilgan. Bu bo'yicha asinxron motorni chastota o'zgartirgich asosida boshqarish usuli «asinxron motor-nasos-havza» tizimining energiya va resurslarni tejashini hisobga olgan holda texnologik jarayonning belgilangan talablarini ta'minlash asosida maqbul avtomatik boshqariladigan tuzilma ishlab chiqish va suvni yig'ish xavzasida sug'orish suvining sathini rostdash bo'yicha nasos stansiyasining energiya samaradorligini oshirish, nasos qurilmasining quvvat sarfiga ta'sir etuvchi eng muhim omillarini aniqlash, energiya samarador «chastotali o'zgartirgich-asinxron motor-sug'orish nasosi-quvur-xavza» tizimini ishlab chiqish, nasos qurilmasining optimal ish rejimi aniqlash masalalari bilan bog'liq ilmiy muammolar amalga oshirish o'ta dolzarb hisoblanadi. Buning uchun chastotali rostlanuvchi elektr yuritma va uning ratsional boshqarish qonunini aniqlash hamda optimallashtirish mezonlari meliorativ nasos stansiyasining energetik samaradorligining oshirishni ta'minlovchi chastota o'zgartirgichlar orqali havzadagi suvning satxini nazorat qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. Buni amalga oshirishda ferrozonans zanjirlar asosida quyigarmolik chastota (QGCh) li signalni hosil qilish tizimlaridagi jarayonlar chiziqli zanjirlardagi jarayonlarga qaraganda ancha murakkab va ko'p qirrali bo'lib, ulardagi tebranish jarayonlarini tahlil qilish usullari orasida amplituda va fazalarni asta-sekin o'zgarib turadigan usuli, garmonik muvozanat usuli va kichik parametrga asoslangan boshqa usullari keng qo'llaniladi.

Buning uchun ko'p konturli ferrozonans zanjirlarni to'raligicha tadqiq qilish quyidagi talablarga bog'liq:

- ko'p konturli zanjirlarda o'z-o'zidan (yumshoq) tebranib turadigan jarayonlarga oid umumlashtirishlarga;

- xududiy elektr tarmoqlarida elektr uzatish liniyalari (EUL) bo'ylab telesignalizatsiya tizimlarini (TT) yanada takomillashtirish zarurati.

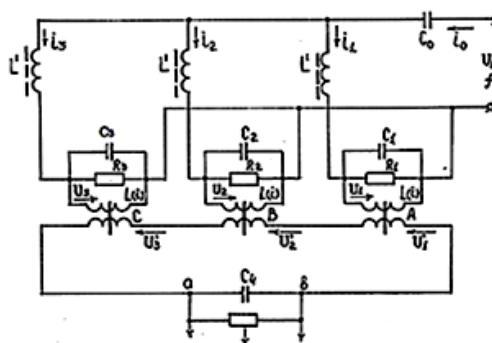
## 2. Usul va materiallar (Methods and materials)

Ma'lumki, juft va toq QGCh larning qo'zg'alish jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy omillar - kuchlanish amplitudasi va fazasi, chiziqli R, C va nochiziqli L (i) parametrlari, shuningdek kondansatordek dastlabki kuchlanish qiymati va nochiziqli induktiv g'altakdagi qoldiq magnit induksiyasi hisoblanadi.

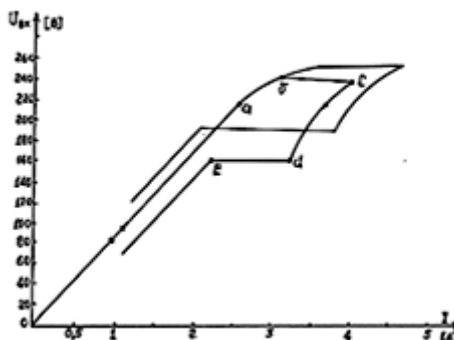
QGCh ning qo'zg'alish paytida olingan tajribalarga asoslanib, qo'zg'atish jarayonini eksperimental ravishda tahlil qilamiz 1-rasm.

Ushbu sxemaga asosan eksperimental o'rganishda tebranuvchi zanjirning 3 ta ish rejimi topilib kirish kuchlanishining birlamchi zanjiridagi tokga bog'liqlik egri chizig'i bilan tavsiflanadi.

Veber-amper tavsifning 2-rasm "a-b" "burulish" qismida kirish kuchlanishining silliq o'sishi bilan barqaror o'z-o'zidan tebranish rejimi paydo bo'ladi. Bundan tashqari, ferrozonans zanjirning kirish qismidagi kuchlanishning bir tekis o'sishi bilan tok tavsifning "b-s" qismi kabi keskin oshiradi va barqaror ikkinchi darajali QGCh hosil bo'lish rejimiga o'tadi va kuchlanishni yanada kamaytirsak "d-E" uchinchi tartibli QGCh hosil bo'ladi.



**1-rasm.** Zanjiriy bog'langan quyigarmonik chastota o'zgartirgich  
**Fig.1.** Chain connection of subharmonic frequency converter



**2-rasm.** Chastota o'zgartirgichning veber-ampere tavsifi  
**Fig.2.** Weber-ampere characteristic of a frequency converter

Hosil bo'lgan QGCh lar quyidagi eksperimental tahlillarga ega bo'ladi:

- o'z-o'zini o'zgartiradigan tebranishlarning paydo bo'lishi;
- o'z-o'zini o'zgartiradigan tebranishlarning 2-tartibli QGCh ga o'tishi;
- 2-tartibli QGCh ning 3-tartibli QGCh ga o'tish vaqti;
- 3-tartibli QGCh ning barqaror tashkil etilishi.

Birinchi tartibli QGCh lar maxsus transformatorning magnit o'zaklarida maydonning hosil bo'lish holati tebranishlarning kichik avtomatik o'zgartirishi sababli magnit to'g'rilanish effektiga bog'liq holda sodir bo'ladi.

Bundan tashqari, ikkinchi tartibida, kirish kuchlanishining yanada silliq o'zgarishi bilan, ikkinchi darajali QGCh hosil bo'lish rejimi paydo bo'ladi, bu ma'lum bir yuklama tokining o'zgarishi oralig'ida barqarorlikga erishiladi. Uchinchi tartibli - bu 2-tartibli QGCh ning 3-tartibli QGChga o'tish vaqti. Uchinchi darajali QGCh qo'zg'alishini "yumshoq" qo'zg'alish deb tasniflanadi, bunda tebranish konturiga qo'shimcha energiya kiritilmaydi va qo'shimcha ishga tushirish moslamalari talab qilinmaydi. To'rtinchi o'tish - bu kirish kuchlanishining ma'lum bir o'zgarish oralig'ida barqaror uchinchi darajali QGCh paydo bo'lishidir.

Olingan natijalarni tahlil qilish quyidagi xulosalarni chiqarishga imkon beradi:

a) qo'llaniladigan kuchlanish amplitudasining o'zgarishi QGCh ning juft va toq tartibli qo'zg'alish ehtimolini oshiradi;

b) QGCh aktiv qarshiligining pasayishi vaqtinchalik qo'zg'alish jarayonining vaqtini qisqartiradi;

c) nohiziqli  $L(i)$  element uchun  $S$  sig'imning ba'zi bir qiymatlari mavjud bo'lib, unda QGCh ikkinchi va uchinchi darajadagi qo'zg'alish ehtimoli oshadi va o'tish jarayonning vaqti kamayadi. O'tish jarayonining vaqti bo'yicha formasi qisqaradi. Chiqish kuchlanishining shakli sinusoidaga yaqinlashadi. Kondensator sig'imining ruxsat etilgan qiymatdan kattaroq o'zgarishi QGCh larning juft va toq tartibdagi barqaror mavjud bo'lish ehtimolini pasayadi.

QGCh lar asosida hosil qilingan chastota o'zgartirgich qurilma (ChO'Q) yaratildi va ushbu qurilmani meliorativ nasos stansiyalarning ish rejimlarini nazoratga olish maqsadida qo'llash uchun EUL orqali telesignalizatsiya (TS)tizimi amalga oshirildi.

Telesignalizatsiya tizimlarida uzatiladigan signal odatda yuqori kuchlanishli tarmoqqa ikkita usul bilan kiritiladi:

- parallel (3.a-rasm);
- ketma-ket (4.a.-rasm).

Ikkala holatda ham yuqori kuchlanishli tarmoqqa signal kiritish kuchlanish transformator (KT)lari yordamida amalga oshiriladi va uzatish moslamalarini (UM) sanoat chastotasi toklari ta'siridan himoya qilish uchun LC rusumli filtrlar qo'llaniladi. Rasm- 3b va rasm-4b yuqori kuchlanishli

tarmoqga parallel va ketma-ket signal kiritish uchun ekvivalent sxemalar qabul qilinadi [6-8].

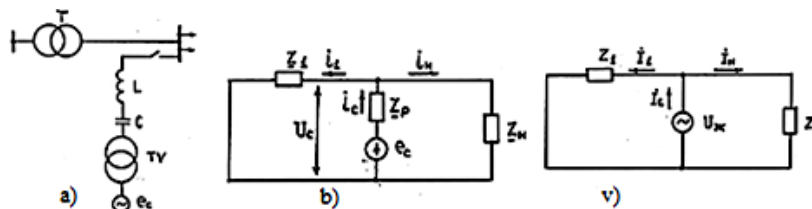
Ussullardan birini tanlash uchun ushbu masalani signal chastotasida berilgan UM foydali quvvati qiymatlarining yuqori kuchlanishli tarmoqga parallel va ketma-ket ravishda taqqoslash nuqta nazaridan o'rganish maqsadga muvofiqdir.

3.b-rasmdagi ekvivalent sxemada, tarmoqga parallel signal kiritish bilan,  $Z_{yu}$ - kuch transformatorining T shinalariga tushirilgan yuklamaning umumiy qarshiligini anglatadi;

$X_t$  - kuch transformatori orqali himoya LC filtrlari UM ulangan kuch transformatorining reaktiv qarshiligi.

$Z_{yu}$ -bu UMni yuqori kuchlanishli tarmoqga ulaydigan umumiy qarshiligi.

$e_s$  - signalning EYuK bilan transformatorining birlamchi chulg'amlarida bog'lanish paydo bo'ladi.



**3 -rasm.** Telesignalizatsiya tizimlarida uzatiladigan signal yuqori kuchlanishli tarmoqga ulanishi  
**Fig.3.** Connecting the transmitted signal to the high-voltage network in telesignaling systems

$U_c$  kuchlanishining  $i_c$  ga nisbati bog'liqligini aniqlaymiz, ya'ni:

$$\frac{U_c}{i_c} = \frac{Z_1 \cdot Z_{yu}}{Z_1 + Z_{yu}} \quad (1)$$

Topilgan bog'liqlik (1)  $Z_r$  va EYuK qarshilik mavjud bo'lmagan ekvivalent signal kuchlanish manbai  $U_e$  bilan ekvivalent sxemani 3b-rasm va 3v-rasmda ko'rsatilgan ekvivalent zanjirga aylantirishga imkon beradi.

4b-rasmda ko'rsatilgan signalni yuqori kuchlanishli tarmoqga va unga teng keladigan zanjirga ketma-ket kiritilishini ko'rib chiqamiz.

bu erda:  $Z_s$  – UM ning ketma-ket signal kirishi bilan elektr tarmog'iga ulaydigan asboblarning qarshiligi,  $Z_1$  va  $Z_n$  qarshiliklari o'zgarishsiz qoladi.

Ekvivalent zanjirdan tokning  $i_c$  va kuchlanish  $U_c$  qiymatlarini hamda  $U_c$  signalining kuchlanishini aniqlaymiz va  $U_c$  signalining kuchlanishini  $i_s$  tokiga bo'lib olamiz:

$$\frac{U_c}{i_c} = Z_1 + Z_{yu} \quad (2)$$

(2) formuladan ko'rinib turibdiki, uning o'ng tomonida  $Z_r$  qarshilik va EYuK  $e_c$  mavjud emas va shuning uchun (4b-rasm) dagi ekvivalent zanjir ekvivalent kuchlanish manbai bo'lgan ekvivalentga aylantirilishi mumkin  $U_{ekv}$  (4-rasm).

Shunday qilib,  $U_{ekv}$  ekvivalent kuchlanishlarini bilib, parallel va ketma-ket signal kirishlari orasidagi foydali quvvatlarning yuqori kuchlanishli tarmoqga nisbati juda oson [8]. Parallel signal kiritish uchun (3v-rasm) ga nisbatan:

$$S_p = I_{yu}^2 \frac{Z_{yu}}{Z_1} \cdot (Z_1 + Z_{yu}) \quad (3)$$

(4v-rasm) dagi ekvivalent sxemaga muvofiq ketma-ketlik bilan kirish chastotasida yuqori kuchlanishli tarmoqga UM tomonidan berilgan foydali quvvat  $S_s$  ga teng bo'ladi

$$S_s = U_{sKB} I_H = I_{yu}^2 (Z_1 + Z_{yu}) \quad (4)$$

Agar (4) ifodani (3) ifodaga bo'lsak quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{S_s}{S_p} = \left| \frac{Z_1}{Z_{yu}} \right| \quad (5)$$

(5) formulaning o'ng tomonini o'zgartirish uchun kuch transformatori  $Z_1$  va umumiy yuklama qarshiligi  $Z_n$  ning tarqalish reaktivligini quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Z_1 = j \frac{f_c}{f} X_T; \quad Z_n = R_H + j \frac{f_c}{f} X_H,$$

bu erda:  $f$  - tarmoqning sanoat chastotasi;

$f_c$  - ma'lumot uzatiladigan signalning chastotasi;

$X_t$  - kuch transformatorining induktiv reaktivligi;

$R_{yu}$  - yuklamaning aktiv qarshiligiga;

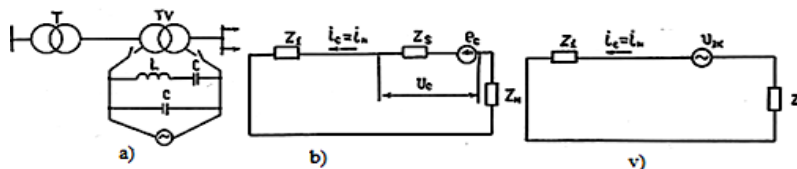
$X_{yu}$  - yuklamaning reaktiv qarshiligi.

Ba'zi o'zgarishlardan so'ng quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\frac{S_B}{S_P} = \frac{f_c \cdot \beta \cdot U_K}{\sqrt{f^2 \cdot \cos^2 \varphi + f_c^2 \sin^2 \varphi}}; \quad (6)$$

bu erda:  $\beta$  - kuch transformatorining yuklanish koeffitsienti;  $U_q$  - transformatorning qisqa tutashuv

kuchlanishi.



**4 -rasm.** Telesignalizatsiya tizimlarida uzatiladigan signal uchun ekvivalent zanjir  
**Fig.4.** Equivalent circuit of a signal transmitted in telesignaling systems

Olingan natijalardan (6) formuladan ko‘rinib turibdiki, uning o‘ng tomoni barcha o‘lchamsiz miqdorlarni o‘z ichiga oladi va yuqori kuchlanishli tarmoqning kuchlanish, transformatorning nominal quvvati kabi parametrlarini hisobga olmaydi. Natijada, etarli aniqlik bilan olingan formulani ko‘rib chiqilayotgan yuqori kuchlanishli tarmoqlar uchun odatiy deb hisoblash mumkin. (6) ifoda asosida signallarni ketma-ket va parallel kiritish usullarining foydali imkoniyatlari uchun quyidagicha xulosa qilish mumkin: eng maqbul sxema - bu signalni yuqori kuchlanishli tarmoqqa ketma-ket kiritish, signal chastotasi qancha past bo‘lsa, uning ishlashi shunchalik yaxshi bo‘ladi. 6-10/0,4 kV kuchlanishli uch fazali ikki chulg‘amli transformatorlari uchun  $U_q$  ning qisqa tutashuv kuchlanishining o‘rtcha qiymati 4,5 dan 5,5% gacha olganligini hisobga olsak  $\beta=0,8$ ;  $\cos\varphi=0,9$  va  $U_q=0,05$ , keyin  $16 \frac{2}{3}$  Gs, 25 Gs, 150 Gs. chastotalari uchun quyidagi nisbatlarga ega bo‘lamiz:

$$\text{bunda } f_c = 150 \text{Gs}, \quad \frac{S_s}{S_p} = 0,086;$$

$$\text{bunda } f_c = 25 \text{Gs}, \quad \frac{S_s}{S_p} = 0,04;$$

$$\text{bunda } f_c = 16 \frac{2}{3} \text{Gs}, \quad \frac{S_s}{S_p} = 0,018.$$

Shunday qilib, amalga oshirilgan natijalar shuni ko‘rsatadiki, signal chastotasida, masalan, 25 Gs, ketma-ket zanjirning quvvati parallel zanjirning atigi 4% ni tashkil qiladi. Shu bilan birga, chastotaning pasayishi bilan  $\frac{S_s}{S_p}$  ifodasining ulushi sezilarli darajada kamayishini ko‘rsatadi.

Elektr tarmoqlari uchun teleboshqaruv va TS tizimlarini ishlab chiqishdagi asosiy vazifa quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadigan ishchi chastotasini tanlashdir [8-15]:

- uzatish va qabul qilish moslamalari orasidagi uchashtalarda chastota signal kuchlanishining yo‘qolishining bog‘liqligi;
- eng yuqori qiymatlari 0,05 dan 0,5 kGs dan oshmasligi kerak bo‘lgan tarqatish tarmog‘ining garmonik darajasi.

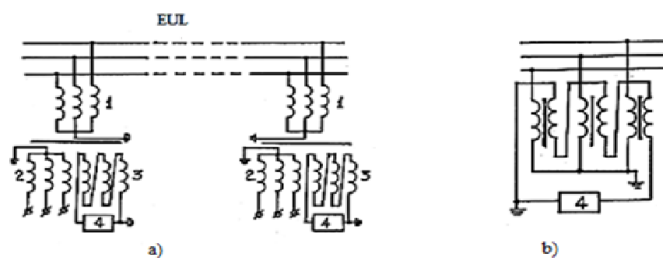
### 3. Natijalar (Results)

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda hosil bo‘lgan (6) ifoda, tarqatish tarmog‘iga signalning ketma-ket kiritilishi bilan standartdan past chastotalarda TS tizimini mustahkamlash uchun asos yaratadi. TS tizimlarida ferrezonans chastota o‘zgartirgich (FChO‘)ning chastota o‘zgartirgich sifatida ishlash sharoiti uchun yuqori kuchlanishli tarmoq bilan muvofiqlashtirish zarur bo‘ladi. Buning uchun elektr qurilmalarini o‘rnatish qoidalariga (EQO‘Q) muvofiq, 35 kV kuchlanishli elektr tarmoqlari yoyni o‘chirish reaktori (YoO‘R) orqali izolyasiya qilingan yoki erlatib ulash neytral rejimida ishlashi kerak [16-18]. Signalni taqsimlovchi tarmoqqa ketma-ket kiritilishi bilan izolyasiyalangan neytral sharoitida, iqtisodiy nuqtai nazardan ham, TS tizimini amalga oshirishning soddaligi ham, signalni uzatish prinsipi nolli ketma-ketlik simi bo‘ylab uzatilishi maqsadga muvofiqdir. Signalni uzatishda nolli ketma-ketlik prinsipi asosida, sanoat chastotasidagi elektr uzatish liniyalarida ishlaydigan toklarning uch fazali tizimiga signal chastotasi nolli ketma-ketlik tokini kiritish bilan ta‘minlangan.

Yuqorida aytib o‘tilgan o‘lchov transformatorlari odatda TC va TC tizimlarining zanjirlari uchun maxsus ishlab chiqilgan va nafaqat elektr tarmog‘iga signal kiritish uchun moslamalar, balki yuqori kuchlanishli tarmoq bilan UM ning mos keladigan elementi hamdir.

Maxsus transformatorlardan foydalanish podstansiyada mavjud bo‘lgan uskunani uzatuvchi va qabul qiluvchi moslamalarni yuqori kuchlanishli tarmoqqa ulash uchun ishlatiladigan qurilmalar sifatida ishlatish maqsadga muvofiqdir

Amaldagi barcha 35/10;6 kV podstansiyalarga o‘rnatiladigan va elektr o‘lchash va izolyasiyani nazorat qilish uchun mo‘ljallangan kuchlanish transformatorlari (KT) bunday ulanish moslamalari sifatida xizmat qilishi mumkin. 6-10 kV kuchlanishli elektr tarmoqlarida (5-rasm) NTMI rumumidagi KTlar keng qo‘llaniladi. Ular asosan fazalarni o‘zgartirish, shuningdek nolli ketma-ketlik kuchlanishini o‘lchash uchun mo‘ljallangan [8].



**5 -rasm.** NTMI rusumidagi kuchlanish transformatorlarining ulanish sxemasi  
**Fig.5.** Connection diagram of NTMI voltage transformers

NTMI rusumidagi kuchlanish transformatorlari yuqori kuchlanishli tarmoqdagi erlatib ulash nosozliklarini signalizatsiya qilish uchun birlamchi 1 va ikkilamchi 2 chulgʻamlarni, neytrali erlatib ulash yulduz nolini va nol chulgʻami 3 ochiq uchburchak ulanishini oʻz ichiga oladi (Rasm-5a). NTMI rusumidagi KT lardan tashqari, tarqatish elektr tarmoqlarida 6 kV dan 35 kV gacha boʻlgan kuchlanish oraligʻida NOM rusumidagi bir fazali KTlar oʻrnatilishi mumkin. Odatda ular uchta transformator guruhini tashkil etadi, ularning asosiy chulgʻamlari erga ulangan neytralli yulduzga va ikkilamchi chulgʻamlar ochiq uchburchakda joylashgan boʻlib, ularga qabul qiluvchi va uzatuvchi 4 yarim komplektlar ham kirishi mumkin. (5b-rasm).

#### 4. Xulosa (Conclusion)

Shunday qilib meliorativ nasos stansiyalarining ishlash rejimlari barqarorligini taʼminlash usullarini oʻrganish va tahlil qilish sugʻorish uchun uskunalarning ishlash rejimlari energiya samaradorligini oshirishning asosiy usullarini aniqlash va ishlab chiqishga imkoni beradi.

Ushbu ish doirasida olib borilgan tadqiqotlar shuni koʻrsatdiki, elektr energiyasini isteʼmol qilishni kamaytirish va undan foydalanish samaradorligini oshirish, agrotexnik tizimlarning texnologik ish rejimini yaxshilashga sharoit yaratiladi. Nasos stansiyasi uskunalarning ishlashining energiya samaradorligini oshirishning asosiy yoʻnalishi-bu chastota bilan boshqariladigan elektr yuritmaga oʻtish bilan birga ish mexanizmining ish rejimlarini meliorativ tizimlarning texnologik jarayoni bilan muvofiqlashtirish toʻliq oʻrganilgan.

Meliorativ tizimlar jihozlarining ish rejimlarini oʻrganish asosida nasos agregatlarining ish rejimlarining barqarorligi umuman meliorativ texnologiyaning mukammallik darajasiga va nasos agregatlarining elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishga bogʻliq.

Buning uchun meliorativ nasos stansiyalarining olib borilgan ilmiy natijalar asosida FChOʻ lar yordamida TS tizimi qoʻllanilib suv taʼminoti tizimini yaxshilash va elektr energiyadan samarali foydalanish imkoniyatiga ega boʻlamiz.

#### ADABIYOT

1. Oʻzbekiston Respublikasining “Elektr energetikasi toʻgʻrisida”gi qonuni. 07.08.2024 y. OʻRQ-939.
2. “Oʻzbekiston Respublikasining “Energiyadan oqilona foydalanish toʻgʻrisida”gi Qonuniga oʻzgartirish va qoʻshimchalar kiritish haqida”gi Oʻzbekiston Respublikasi Qonuni, 14.07. 2020 yil, OʻRQ-628-son.
3. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 05.10.2020 yildagi “Raqamli Oʻzbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi PF-6079-son Farmoni.
4. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 1-fevraldagi “Oʻzbekiston Respublikasi yoqilgʻi-energetika tarmogʻini boshqarish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi PF-5646-son Farmoni.
5. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-avgustdagi “Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish boʻyicha jadal chora-tadbirlar toʻgʻrisida”gi PQ-4422-son qarori energiya manbalari”.
6. Шестапалов В.Н. О пассивном способе преобразования сигнала циркулярного телеуправления в электрической сети.//Проблемы технической электродинамики.- 1972.- № 37.-С.22-30.
7. Каримов А.С., Турдыев М.Т. Особенности возбуждения субгармонических колебаний в многоконтурных феррорезонансных цепях переменного тока.”Электричество.-11.-1979.-с.20-25.
8. Турдыев М.Т., Худойкулов З.Р., Ибрагимов Н.Р. Применение параметрических преобразователей частоты в системы телесигнализации и телеуправления по ЛЭП в распределительных сетях. Техн. электродинамика. 1985.-Л.- с.82-86.
9. Shaymatov B.X., Xolmurodov M.B. Elektr tarmoqlari va tizimlarini modernizatsiyalash



asosida elektr energiya iste'molining samaradorligini oshirish. Monografiya. UO'K:061.5:620.9 KKB73 S-99. Buxoro.: Fan va texnologiya 2020.165 bet .

10. Ishnazarov O., Xolmurodov M.B. Construction of matematikal model of a variable frequency elektrik pump drive// International Journal Of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019 y (05.00.00; №8).

11. Ишнараров О.Х., Холмуродов М.Б. Энергоэффективность насосных станций: современное состояние и тенденции развития //Главный Энергетик, 10. 2020.-С.35÷45. (05.00.00; №25).

12. Ishnazarov O., Yusupov Z., Xolmurodov M. Mathematical Model of a Pumping Unit with Frequency Control //International Integrated Pollution Prevention and Control 2020 (EKOK'20) March 26-28.

13. Shaymatov B., Rahmatov D., Mukhtorov A., Rakhmatova M., Kholmurodov M. Probe of process of multiple-loop chains of parallel and consecutive joints // E3S Web Conf. Volume 216, 2020. Rudenko International Conference "Methodological problems in reliability study of large energy systems" (RSES 2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601142> (SCOPUS).

14. Шайматов Б., Холмуродов М.Б. Электр таъминоти тизимида электр энергияни тежаш /Материалы IX - международной научно –технической конференции. Достижения, проблемы и современные тенденции развития. Горно-металлургический комплекс. Навоий, 2017г. -С.203.

15. Шайматов Б., Холмуродов М.Б., Гаффаров К., Комилов С. Электр таъминоти тизимида электр энергияни иктисод қилиш муаммолари // Замоновий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларларини инновацион ечимлари"ҳалқоро илмий-амалий анжуман материаллари. Бухоро. 2019 й.202-203 б.

16. Shaymatov B.X, M. Rakhmatova, S. Komilov, D. Qurbonova. The application of three-contour Ferreaseezones chain-based frequency transformers. CONMECHYDRO–2021 (International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering CONMECHYDRO–2021): <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85108219769&partnerID=MN8TOARS>.

17. Шайматов Б.Х., Рахматова М.У. Частота бўлақлагичлар асосида мелиоратив электр тармоқларида масофадан сигнализация тизимини такомиллаштириш. //Фан ва технологиялар тараққиёти. 2021 й.

18. Шайматов Б.Х., Холмуродов М.Б. Мелиоратив насос иншоотларида сув босимининг мақсадсиз оширилиши ва унинг электр энергия тақсимотига таъсири. //Фан ва технологиялар тараққиёти. 2022 й. №3.

## REFERENCES

1. Law of the Republic of Uzbekistan "On Electric Power Industry" Tashkent. 07.08.2024. №ZRU-939 (In Russ.).

2. Law of the Republic of Uzbekistan "On Amendments and Additions to the Law of the Republic of Uzbekistan "On Rational Use of Energy", July 14, 2020, No. ZRU-628 (In Russ.).

3. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. UP-6079 dated October 5, 2020 "On Approval of the Digital Uzbekistan -2030 Strategy and Measures for its Effective Implementation" (In Russ.).

4. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated February 1, 2019 No. UP-5646 "On Measures to Radically Improve the Management System of the Fuel and Energy Sector of the Republic of Uzbekistan" (In Russ.).

5. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated August 22, 2019 No. PP-4422 "On Accelerated Measures to Improve Energy Efficiency of Economic Sectors and the Social Sphere, the Introduction of Energy-Saving Technologies and the Development of Renewable Energy Sources" (In Russ.).

6. Shestapalov V.N. On the passive method of converting a circular remote control signal in an electric network.//Problems of technical electrodynamic.- 1972.- No. 37.-P.22-30.

7. Karimov A.S., Turdyev M.T. Features of excitation of subharmonic complications in multi-circuit ferrosesonant alternating current circuits. "Electricity.-11.-1979.p.20-25.

8. Turdyev M.T., Khudoykulov Z.P., Ibragimov N.R. Application of parametrically converting frequencies and remote signaling and remote control systems over power transmission lines and distributed networks. Tech. electrodynamic. 1985.-L.- pp. 82-86.

9. Shaimatov B.Kh., Kholmurodov M.B. Improving the efficiency of electricity consumption through the modernization of electrical networks and systems. Monograph. UOK: 061.5: 620.9 KKB73 S-99. Bukhara: Science and Technology 2020.165 p.

10. Ishnazarov O., Kholmurodov M.B. Construction of a mathematical model of a variable frequency electric pump drive // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering



and Technology. 2019 (05.00.00; No. 8).

11. Ishnazarov O.Kh., Kholmurodov M.B. Energy efficiency of pumping stations: current state and development trends // Chief Power Engineer, 10.2020. P.35 ÷ 45. (05.00.00; No. 25).

12. Ishnazarov O., Yusupov Z., Kholmurodov M. Mathematical model of a pumping unit with frequency regulation // International Conference on Integrated Pollution Prevention and Control 2020 (ECOC'20) March 26-28.

13. Shaimatov B., Rakhmatov D., Mukhtorov A., Rakhmatova M., Kholmurodov M. Study of the process of multi-loop chains of parallel and serial connections // E3S Web Conf. Vol. 216, 2020. Rudenko International Conference "Methodological Problems of Studying the Reliability of Large Energy Systems" (RSES 2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601142> (SCOPUS).

14. Shaimatov B., Kholmurodov M.B. Saving electricity in the power supply system // Proceedings of the IX - international scientific and technical conference. Achievements, problems and modern development trends. Mining and metallurgical complex. Navoi, 2017. - P.203.

15. Shaimatov B., Kholmurodov M.B., Gafarov K., Komilov S. Problems of saving electricity in the power supply system // Innovative solutions to engineering and technological problems of modern production" Proceedings of the international scientific and practical conference. Bukhara. 2019, pp. 202-203.

16. Shaimatov B.Kh., Rakhmatova M., Komilov S., Kurbanova D. Application of three-circuit chain frequency converters Ferreasezones. CONMEJIDRO–2021 (International Scientific Conference "Structural Mechanics, Hydraulics and Water Management CONMEJIDRO–2021"): <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85108219769&partnerID=MN8TOARS>.

17. Shaimatov B.Kh., Rakhmatova M.Yu. Improving the remote signaling system in melioration energy networks based on frequency dividers. Scientific and technical journal "Development of Science and Technology". 2021.

18. Shaimatov B.Kh., Kholmurodov M.B. Unintentional increase in water pressure in melioration pumping structures and its impact on electricity distribution. Scientific and technical journal "Development of Science and Technology". 2022 year, #3.