UDK 621.3.072.6:621.3.049.77

TO‘QIMACHILIK AGREGATLARI ASINXRON MAXSUS ISH REJIMLARINI CHASTOTALI VA VEKTORLI BOSHQARILADIGAN ELEKTR YURITMALARINI INTELLEKTUALNI BOSHQARISH

Aripov Nazirjon Mukaramovich
Toshkent davlat transport universiteti, t.f.d., professor,
E-mail: aripov1110@gmail.com
Tojiyev Bekmurod Maxmudovich
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti, doktorant,
E-mail: bekmurodtojiyev02@mail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola to‘qimchilik agregatlari elektr yurishlarining funksional imkoniyatlari, ish rejimi va intellektual xususiyatlarini kengaytirish tendensiyalariga bag‘ishlangan. Mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari orqali energiya tejash, "o‘z-o‘zini qamrab olish" va "o‘z-o‘zini ta’minlash" kabi rejimlar muhokama qilindi. EPV seriyali o‘zgartirgichlar asosida qidiruv algoritmi va stator tokinini minimallashtirish orqali samaradorlik oshirilgan. "O‘z-o‘zini ta’minlash" rejimi tok o‘chishda kinetik energiya orqali ishni davom ettirish imkoniyatini ko‘rsatdi. Tajriba natijalari (EPV-TTPT-10-380-2AP, M1 dvigateli, J=0,17 kg·m²) tizimning barqarorligi va energiya tejash samaradorligini oshirishda muhim ma’lumotlar bergan.

Kalit so‘zlar: Yigirish agregatlari elektr yuritmasi samaradorligi, energiya tejash, "O‘z-o‘zini ta’minlash", mikroprotsessorli boshqaruv, EPV seriyasi, "O‘z-o‘zini qamrab olish", chastotaviy ro‘stlash, asinxron dvigatel, tajriba natijalari, qidiruv algoritmi, stator tokini barqarorligi, tarmoqlanish energiyasi, avtomatik sozlash.

Аннотация. Данная статья посвящена тенденциям расширения функциональных возможностей, режимов работы и интеллектуальных характеристик электрических ходов текстильных агрегатов. Обсуждались такие режимы, как энергосбережение, "самоохват" и "самообеспечение" с помощью микропроцессорных систем управления. Повышена эффективность за счет минимизации тока статора и алгоритма поиска на основе серийных преобразователей ЭПВ. Режим "самообеспечения" показал возможность продолжения работы за счет кинетической энергии при отключении тока. Результаты экспериментов (ЭПВ-ТТПТ-10-380-2АП, двигатель М1, J=0,17 кг•м2) дали важную информацию для повышения стабильности и энергоэффективности системы.

Ключевые слова: Эффективность электропривода прядильных агрегатов, энергосбережение, "Самообеспечение," микропроцессорное управление, серия ЭПВ, "Самозахват," частотное регулирование, асинхронный двигатель,

ISSN 3030-3907

результаты экспериментов, алгоритм поиска, стабильность тока статора, энергия разветвления, автоматическая настройка.

Annotation. This article is devoted to the trends in expanding the functional capabilities, operating modes, and intellectual characteristics of the electrical circuits of textile units. Such modes as energy saving, "self-sufficiency," and "self-sufficiency" using microprocessor control systems were discussed. Efficiency has been increased due to the minimization of the stator current and the search algorithm based on serial EPS converters. The "self-sufficiency" mode showed the possibility of continuing work due to kinetic energy when the current is disconnected. The experimental results (EPV-TTPT-10-380-2AP, engine M1, J=0.17 kg•m2) provided important information for increasing the stability and energy efficiency of the system.

Keywords: Efficiency of the electric drive of spinning units, energy saving, "Self-support," microprocessor control, EPV series, "Self-catching," frequency regulation, asynchronous motor, experimental results, search algorithm, stator current stability, branching energy, automatic adjustment.

Kirish

O‘zgartirish texnikasi rivojlanishining zamonaviy tendensiyalaridan biri rostlanadigan to’qimachilik, yigirish agregatlari elektr yuritmasi uchun uning doimiy kengayishi funksional imkoniyatlari, ish rejimlari va intellektual xususiyatlari [1,2,4,6].

Zamonaviy asinxron chastotaviy rostlanadigan elektr yuritmani mikroprotsessorli boshqarish tizimlari unda avtomatik sozlash kabi rejimlarni amalga oshirish imkonini beradi, dvigatel parametrlariga, energiya tejash rejimiga, aylanuvchi ishga tushirishga aylanish chastotasini qidiruvchi dvigatel, tormozlanish tezligini avtomatik cheklash, nisbiy va real vaqtda siklogramma bo‘yicha boshqarish [5,7,8]..

Zamonaviy konverterlar shaxsiy kompyuter interfeysi bilan jihozlangan, turli burchak ko‘chirish datchiklariga ega, foydalanuvchining dasturlash funksiyalarini, standart aloqa kanallarini va mikroprotsessor qurilmalarini almashish protokollarini qo‘llab quvvatlaydi. Yangi obyektga yo‘naltirilgan variantlarning joriy etilishi transmissiyaning qo‘llanilish sohasini kengaytirish, sanoat uskunalari va texnologik komplekslarni avtomatlashtirish loyihalarining tannarxini kamaytirish, xususan, tashqi nazorat funksiyalarini transformatorning dasturiy apparat vositalariga o‘tkazish imkonini beradi [10].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Yuqorida ko‘rsatilgan funksional imkoniyatlarga qo‘shimcha ravishda, EPV seriyali chastota o‘zgartirgichlari [9]. Yuqori energiyani tejash rejimi, Avvaldan

ISSN 3030-3907

ma’lum bo‘lmagan aylanish chastotasida "o‘z-o‘zini qamrab olish" rejimi, "o‘z-o‘zini ta’minlash" (tormozlanish energiyasi hisobiga boshqarish), "sinxrokommutatsiya" (dvigatelni CHP va ta’minot tarmog‘i o‘rtasida silliq almashtirish) [3], "o‘z-o‘zini ushlash" rejimi [1], avtomatik sozlash rejimida funksiyalari bilan jihozlangan. IGBT-modulning dinamik issiqlik modeli bo‘yicha himoya funksiyasi, shuningdek, ko‘p dvigatelli qurilmani boshqarishning dasturiy-apparat moduli bilan to‘ldirilishi mumkin. Ba’zi eng qiziqarli maxsus ish rejimlarini EPV seriyali elektr yuritmalarda amalga oshirish misolida ko‘rib chiqamiz.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Yuqori energiya tejash rejimida to’qimachilik agregatlari elektr yuritmasi qidiruv protsedurasini bajarish natijasida boshqarish signali parametrlarining shunday nisbatini mustaqil ravishda tanlaydiki, yuklamaning joriy parametrlarida elektr energiyasining minimal iste’moli ta’minlanadi. Ushbu rejimga erishish mezoni sifatida ma’lum bir hisob-kitob oralig‘ida (izlash davrida) o‘rtachalashtirilgan o‘zgartirgichning chiqish quvvatining minimumi qabul qilinadi.

$$P_{cp} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} U_{si} \cdot I_{xi}$$

bu yerda n - qidiruv davridagi o‘zgaruvchilar tanlanmalari soni.

Stator tokini minimallashtirish mezonini qo‘llash ham energiya tejashning yuqori ko‘rsatkichlarini ta’minlaydi (I_s=min).

Izlash protsedurasi elektr yuritmaning beqaror ishlashiga va o‘zgaruvchilarning ruxsat etilgan qiymatlardan tashqariga chiqishiga olib kelmasligi uchun izlashning ruxsat etilgan sohasi o‘zining yuqori va quyi chegaralari bilan chegaralanadi, bu chegaralar chastotani boshqarishning bazaviy (qat’iy belgilangan) qonuni bo‘yicha aniqlanadigan bazaviy kuchlanishning foiz nisbatida hisoblanadi. Qidiruv protsedurasi quyidagi algoritm asosida tashkil etiladi:

1) Chastotaning joriy qiymatida kuchlanish amplitudasini o‘zgartirishning sinov qadami bajariladi.

2) Izlash jarayonining o‘tkinchi tashkil etuvchisining so‘nish vaqti tugagandan so‘ng, o‘zgartirgichning chiqish quvvatini o‘lchash amalga oshiriladi.

3) Oldingi o‘lchovlarga nisbatan chiqish quvvatini tahlil qilish natijasida keyingi qidiruv yo‘nalishi aniqlanadi.

Qidiruv algoritmining asosiy parametrlari qidiruv qadami, qidiruv sohasi chegaralari, qidiruv amalga oshiriladigan chastotaning quyi chegarasi, qidiruv davri hisoblanadi T_{ne}. Yuqori energiya tejash rejimidan eng katta samaraga elektr yuritma kichik yuklama rejimlarida ishlaganda erishiladi. Elektr yuritma 60% dan

ISSN 3030-3907

ortiq yuklanganda samara sezilarli bo‘lmaydi. Qidiruv algoritmining ba’zi inersionligi tufayli yuqori energiya tejash rejimi T_{ne}=50…100ms ish rejimlarida yuklama yetarlicha tekis o‘zgaradigan elektr yuritmalar uchun tavsiya etiladi.

Avvaldan ma’lum bo‘lmagan aylanish chastotasida "o‘z-o‘zini qamrab olish" rejimi aylanuvchi valli dvigatellarni o‘zgartirgichga ulash imkonini beradi, shu bilan birga o‘tkinchi jarayonlarni minimallashtirishni ta’minlaydi. Samaraga dvigatel valining aylanish chastotasini oldindan aniqlash va uning qisqichlariga chastotaning hisobiy qiymati bilan kuchlanish berish orqali erishiladi. Ayniqsa, bu rejim katta inersiya momentlariga ega bo‘lgan mexanizmlar uchun dolzarbdir, chunki u elektr yuritmalarni to‘xtatish va keyinchalik nol chastotadan tezlatish uchun vaqt va energiya sarflamaslik imkonini beradi. O‘zgartirgichdan ma’lum vaqtga ajratilgan dvigatel valining aylanish chastotasini aniqlash qidiruv ish rejimida amalga oshiriladi. "O‘z-o‘zini qamrab olish" rejimining asosiy parametrlari qidiruv yo‘nalishining biri, qidiruvning maksimal $\omega_{n\max}$ va minimal $\omega_{n\min}$ chegaraviy chastotalari, qidiruv vaqtining doimiyligi bo‘lib, T_{nc} uning sur’atini va o‘tish jarayonlarining so‘nishi uchun vaqtinchalik kechikishlarni belgilaydi. Qidiruv quyidagi algoritm bo‘yicha amalga oshiriladi:

1) Dvigatel o‘zgartirgichdan uzilgandan so‘ng elektromagnit o‘tkinchi jarayonlar so‘nishi uchun vaqtincha pauza qilinadi.

2) Dvigatel berilgan qidiruv yo‘nalishida $\omega_{n\max}$ chastota bilan pasaytirilgan kuchlanishga ulanadi va o‘tkinchi jarayonning so‘nishi uchun qisqa muddatli kutishdan so‘ng, T_{nc} yo‘nalishda berilgan tezlik bilan kuchlanish $\omega_{n\min}$ chastotasini pasaytirish amalga oshiriladi.

3) Qidiruv rejimida stator tokining tahlili amalga oshiriladi. Valning izlanayotgan aylanish chastotasini aniqlash mezoni stator tokining yaqqol ifodalangan (global) minimumi bo‘lib, u ideal salt ishlash rejimida, ya’ni ta’minlovchi kuchlanish chastotasi valning aylanish chastotasiga teng bo‘lganda yuritmaning elektromexanik tavsifida namoyon bo‘ladi.

4) Agar berilgan yo‘nalishda izlanayotgan chastota topilmasa, u holda izlash qarama-qarshi yo‘nalishda xuddi shu ketma-ketlikda amalga oshiriladi (blokirovka qilinishi mumkin).

5) Agar izlanayotgan chastota izlashning ikkala yo‘nalishida ham topilmasa (tokning global minimumi mavjud emas), u holda elektr yuritmani ishga tushirish nolinchi chastotadan amalga oshiriladi.

Tormozlanish energiyasi hisobiga boshqarish rejimi ("o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimi) qisqa muddatli uzilishlar yoki ta’minot kuchlanishi yo‘qolganda to’qimachilik agregatlari elektr yuritmasining ishlashini ta’minlaydi. Rejimni

ISSN 3030-3907

amalga oshirish yuklamaning harakatlanuvchi mexanik massalari tomonidan to‘plangan va chastotali tormozlashda invertorga qaytariladigan kinetik energiyadan foydalanishga asoslangan.

Ushbu rejimni amalga oshirish usullaridan biri elektr yuritmani invertorning kirish kuchlanishini rostlashning tashqi konturi va tokning aktiv tashkil etuvchisini rostlashning ichki konturi bilan boshqarish tuzilmasiga o‘tkazishdir. Bu konsepsiya to’qimachilik agregatlari elektr yuritmasini vektorli boshqarish tizimlariga eng mos keladi, ularda tokning aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarini rostlash konturlari tezlikni rostlashning asosiy tuzilmasiga kiradi (masalan, 1-bo‘limda ko‘rib chiqilgan boshqarish tizimlari).

"O‘z-o‘zidan ta’minlash" rejimiga o‘tishda tezlik regulyatori o‘rniga invertorning kirish kuchlanish regulyatori ulanadi. Ta’minotni tiklashda tezlikni rostlashga teskari o‘tish amalga oshiriladi. Proporsional-integral kuchlanish rostlagichini simmetrik optimumga sozlash amalga oshiriladi. 1-rasmda ta’minot kuchlanishining qisqa muddatli yo‘qolishi va faol "o‘z-o‘zini ta’minlash" opsiyasida tezlik (ω), elektromagnit moment (M), ijrochi yuritma 2 invertorining kirish kuchlanishi (U_d) vaqt diagrammalari keltirilgan. Tajriba quyidagi sharoitlarda o‘tkazildi: chastota o‘zgartirgichi EPV-TTPT-10-380-2AP; asinxron dvigatel M1; yuklanish momenti M_c=0,5 M_{nom} =15 Nm ;inersiya momenti J = 0,17 kg·m2; "o‘z-o‘zidan ta’minlanish" rejimini faollashtirish chegarasi Ud0 = 460 B; invertorning kirish kuchlanishini belgilangan barqarorlashtirish darajasi U_{dz} = 450 V.

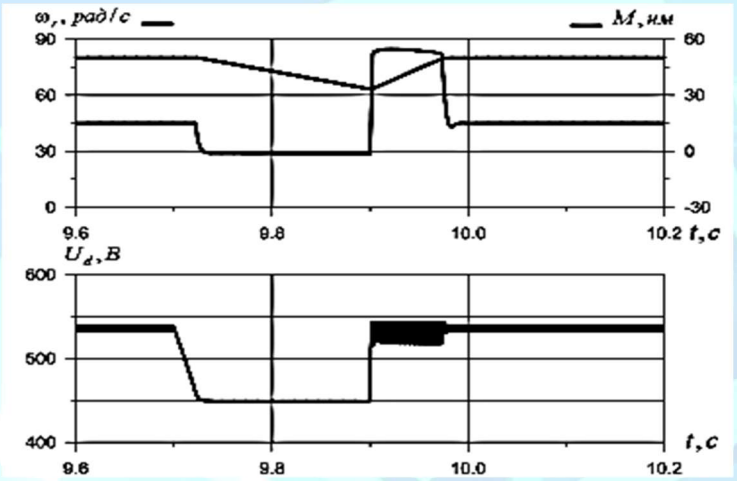
"O‘z-o‘zidan ta’minlash" rejimini amalga oshirishning ko‘rib chiqilgan usulining asosiy afzalliklari kuchlanishni rostlashning yuqori dinamik va statik aniqligi, kuchlanish va toklarda past chastotali tebranishlarning yo‘qligi, dvigatelning salt ishlashga yaqin ish rejimi va kichik energiya yo‘qotishlari bilan tavsiflanadi.

Ko‘rib chiqilgan "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimi konsepsiyasini amalga oshirishda bazaviy strukturalarida aktiv tok rostlagichi bo‘lmagan tezlik datchigi bo‘lmagan chastotaviy boshqarish tizimlari doirasida strukturalar o‘rtasida "yumshoq" o‘tish muammosi (asosan, "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimidan bazaviy boshqarish strukturasiga "yumshoq" qaytish muammosi) yuzaga keladi.

Muammoning yechimi "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimi uchun chastota hisoblagichini qurish yoki asosiy boshqaruv tuzilmasiga qaytishda "o‘z-o‘zini ushlash" (aylanish chastotasini topish funksiyasi bilan aylanuvchi dvigatelga silliq ishga tushirish) opsiyasidan foydalanishdir. Shu bilan birga, chastotali boshqaruv tizimida "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimini amalga oshirish algoritmlari vektor tizimlariga qaraganda asosiy dasturiy ta’minotni ko‘proq o‘zgartirishni talab

ISSN 3030-3907

qiladigan murakkabroq bo‘lib chiqmoqda.



1-rasm. Vektorli yuritma ishlashining vaqt diagrammalari ta’minot kuchlanishi qisqa muddatga yo‘qolganda

"O‘z-o‘zidan ta’minlash" rejimini amalga oshirishning boshqa usuli tezlik (chastota) ni rostlash konturiga nisbatan tashqi invertorning kirish kuchlanishini rostlash releli konturini qurishga asoslangan.

Bu rejimda to’qimachilik yigirish agregatlari yuritmasining ishlash algoritmi quyidagicha amalga oshiriladi.

1. Rejimning faollashuvi "o‘z-o‘zini ta’minlash" opsiyasi biti o‘rnatilganda va $U_d < U_{d0}$ sharti bajarilganda sodir bo‘ladi. Berilgan intensivlik bilan yuritmaning tormozlanishi boshlanadi.

2. Yuritmaning tormozlanishi ($U_d>U_{d1}$) yoki ($I_d<-I_{d0}$) sharti bo‘yicha to‘xtatiladi va ($U_d<U_{d0}$) va ($I_d>0$), sharti bo‘yicha qayta tiklanadi, bu yerda U_{d0}, U_{d1}, I_{d0} - invertor kirish kuchlanishi va tokining dasturlangan chegaraviy qiymatlari; I_d - faza toklari va kuchlanishlaridan hisoblanadigan invertorning kirish toki.

Ixtiyoriy tezlik bilan aylanuvchi (y,x) ortogonal koordinatalar sistemasida invertorning kirish toki quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

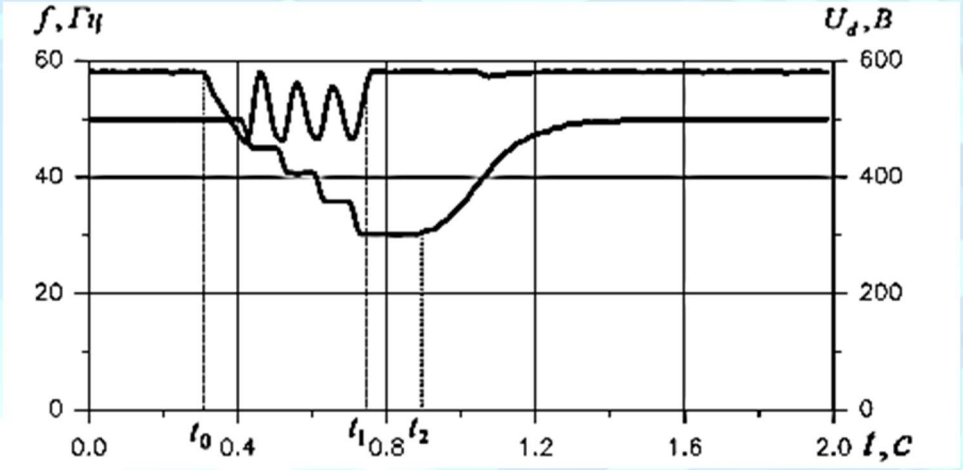
$$I_d = \frac{3}{2}\frac{U_x I_x + U_y I_y}{U_d}$$

3. Tormozlash to‘xtatilganda dvigatelni salt ishlashga yaqin rejimga o‘tkazish uchun berilgan tezlik (chastota) qiymatini uning haqiqiy qiymati bo‘yicha to‘g‘rilash amalga oshiriladi.

4. Agar tormozlash to‘xtatilgandan so‘ng ma’lum vaqt oralig‘ida u qayta tiklanmasa, u holda o‘zgartirgichning ta’minoti tiklangan deb hisoblanadi va u foydalanuvchi tomonidan tanlangan quyidagi ish rejimlaridan biriga o‘tadi: tezlik bo‘yicha joriy topshiriqni bajarish yoki yuritmaning boshqariladigan to‘xtashlari.

ISSN 3030-3907

2-rasmda invertor kirishidagi kuchlanish va chastotaviy boshqariladigan asinxron yuritmaning "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimida qisqa muddatli ta’minot yo‘qolishida chiqish kuchlanishi chastotasi (f) ning vaqt diagrammalari keltirilgan.



2-rasm. Yuritma ishlashining vaqt diagrammalari "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimida chastotaviy boshqarish bilan

t_0 ...t_1 oralig‘ida tarmoq kuchlanishi uzilgan va "o‘z-o‘zini ta’minlash" algoritmi ishlaydi. t_1...t_2 oralig‘ida tarmoq kuchlanishining tiklanishini tasdiqlash amalga oshiriladi.

"O‘z-o‘zini ta’minlash" rejimidan chiqish usuli foydalanuvchi tomonidan dasturlanadi: yoki joriy tezlik topshirig‘iga qaytish, yoki yuritmani favqulodda to‘xtatish. U_d releli rostlash konturi bilan "o‘z-o‘zini ta’minlash" rejimini amalga oshirishning o‘ziga xos xususiyati shundaki, tezlikni rostlash tuzilmasining asosiy qismi rejim yoqilganda o‘zgarmaydi.

Bu chastotaviy boshqarish tizimlarida tuzilmalarni almashtirish bilan bog‘liq muammolarni istisno qiladi. Biroq, yuritmaning o‘zgaruvchanlarida past chastotali tebranishlar mavjud bo‘lib, ular qo‘shimcha energiya yo‘qotishlariga olib keladi.

"O‘z-o‘zini ta’minlash" rejimidan "yomon tarmoq" opsiyalari bilan birgalikda foydalanish va avtomatik qayta ishga tushirish ta’minlovchi tarmoq kuchlanishining past sifati sharoitida to’qimachilik agregatlari elektr yuritmasining barqaror ishlashini sezilarli darajada oshiradi.

XULOSA

Ushbu tadqiqot to‘qimchilik agregatlari elektr yurishlarining funksional imkoniyatlari, ish rejimi va intellektual xususiyatlarini kengaytirishga qaratilgan. Mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari orqali energiya tejash, "o‘z-o‘zini qamrab olish" va "o‘z-o‘zini ta’minlash" kabi zamonaviy rejimlar muhokama qilindi. EPV seriyali chastota o‘zgartirgichlar asosida qidiruv algoritmi va stator tokinini minimallashtirish orqali elektr yurishlarning samaradorligi oshirildi.

ISSN 3030-3907

"Oz-o‘zini ta’minlash" rejimi tok o‘chishda kinetik energiya orqali ishni davom ettirish imkoniyatini ko‘rsatdi. Tajriba natijalari (EPV-TTPT-10-380-2AP, M1 dvigateli, J=0,17 kg m²) tizimning barqarorligini va energiya tejash samaradorligini oshirishda muhim ma’lumotlar bergan. Bu usullar to‘qimchilik sanoatida elektr yurishlarni optimal boshqaruv va barqaror ishlashni ta’minlashda keng qo‘llanish potensialiga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. N.M.Aripov, B.M.Tojiyev, M.K.Otajonova. Yigirish mashinalarining chastotaviv asinxron elektr yuritmani maxsus intellektual ish rejimlari // O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali 2023-yil (№17) 4-son 54-60-b
2. Aripov N.M., Otajonova M.K., Tojiyev B.M. Issledovaniye metodov diagnostiki neispravnostey ustroystv v sostave asinxronnogo elektroprivoda pryadilnix mashin // Molodoy spetsialist – Mejdunarodniy jurnal, Moskovskaya oblast, Balashixa, 2024/09, №3 (30), st.3-5.
3. N.M.Aripov, B.M.Tojiyev. Intellektualnie rejimi raboti asinxronnix elektroprivodov s chastotnim i vektornim upravleniyem// Farg‘ona politexnika instituti Ilmiy – texnika jurnali. 2024 y. 28 tom. №6. 223-226 b (05.00.00; №20)
4. Aripov N.M., Usmanov Sh.Yu. Razrabotka energosberegayushego chastotno-regulirovochnogo elektroprivodov s ventiliyatornoy nagruzkoy // Elektrika M. 2011 № 4.
5. Q.Jumaniyozov, Q.G’.G’ofurov, S.L.Matismoilov, A.Pirmatov, M.Sh.Xoliyorov, Sh.R.Fayzullayev. To’qimachilik mahsulotlari texnologiyasi va jihozlari, darslik kitob // Toshkent 2012. 121-135-b
6. Aripov N.M. Chastotaviy asinxron elektr yuritmaning intellektual ish rejimlari. «Avtomatlashtirilgan elektr mexanik va elektr texnologik tizimlarning energiya samaradorligini oshirishning dolzarb masalalari». 3-4.03.22. I-t.T.-s.60-64.
7. Xoshimov A.A., Aripov N.M. Chastotno-reguliruemiy asinxronniy elektroprivod shelkomotaniya / TGTU. T. 2000. 82 c
8. Henmann K. Trends in semiconductor devices and impact on power electronics and electric drives / Inter. Cobfer, Power electronics motion controls Confer Public.2014. Vol.2.p. 1289-1290
9. Vinogradov, A.B. Novie funksionalnie vozmojnosti i «Intellektualnie» svoystva elektroprivodov serii EVP / A.B. Vinogradov, A.N. Sibirsev, V.L. Chistoserdov i dr. // silovaya elektronika. – 2008-№2. S. 34-37.
10. V.V.Moskasino, Automated control systems for electric drives (V.V.Moskalenko, M: Infa-M 2017), s.208

ISSN 3030-3907