

Date: 3rd October-2026

**MUQOBIL ENERGIYA MANBALI NASOS QURILMALARIDA
CHASTOTA-ROSTLANUVCHI ELEKTR YURITMANING ENERGETIK
SAMARADORLIGI**

**Zoirov Axror Abdikodir o'g'li
Quvvatov Ulug'bek Jalolovich
Ro'ziyev Muzaffar Ortiq o'g'li
Hamdamova Malika A'zam qizi**

Bugungi kunda suv ko'tarish va sug'orish tizimlari elektr energiyasini eng ko'p iste'mol qiladigan sohalardan biri bo'lib qolmoqda. Nasos agregatlari yil davomida, ko'pincha o'zgaruvchan yuklama bilan ishlaydi, shu sababli ularning har bir foiz tejamlorligi katta miqdordagi energiyani anglatadi. Tarmoq quvvati yetarli bo'lmagan olis hududlarda esa quyosh va shamol kabi muqobil energiya manbalaridan foydalanish tobora ommalashmoqda. Biroq muqobil manbaning quvvati o'zgarib turadi, nasosning talabi esa boshqacha qonuniyat bilan o'zgaradi. Ana shu ikki jarayonni o'zaro moslashtirishning eng qulay vositasi chastota-rostlanuvchi elektr yuritma hisoblanadi.

Markazdan qochma nasosning ishlash xususiyati o'xshashlik qonunlari bilan ifodalanadi. Sarf aylanish chastotasiga to'g'ri proporsional, napor chastotaning kvadratiga, nasos o'qidagi quvvat esa kubiga bog'liq:

$$Q_2/Q_1 = n_2/n_1; \quad H_2/H_1 = (n_2/n_1)^2; \quad P_2/P_1 = (n_2/n_1)^3.$$

Demak, sarf 20 foizga kamaytirilganda iste'mol qilinadigan quvvat deyarli ikki barobar kamayadi. An'anaviy usulda sarf surgich yordamida bo'g'ib rostlanadi, bunda dvigatel deyarli bir xil quvvat sarflayveradi, ortiqcha energiya esa armaturada drossellash yo'qotishiga aylanadi. Chastotali rostlashda bu yo'qotish asosan bartaraf etiladi, chunki nasos aynan kerakli napor va sarfni beradigan tezlikda aylanadi.

Yuritmaning energetik samaradorligini baholashda faqat nasosning o'zini emas, butun zanjirni hisobga olish kerak: chastota o'zgartirgich, asinxron dvigatel, nasos va quvur tarmog'i. Umumiy foydali ish koeffitsiyenti ularning FIK larining ko'paytmasiga teng bo'ladi. Chastota o'zgartirgichning FIK nominal yuklamada odatda 96–98 foizni tashkil qiladi, biroq yuklama pasayganda u biroz kamayadi. Asinxron dvigatelning FIK ham yengil yuklamada pasayadi, chunki salt yurish yo'qotishlari o'zgarmay qoladi. Shunga qaramay, kub bog'liqlik hisobiga umumiy tejam bu qo'shimcha yo'qotishlardan bir necha barobar katta bo'ladi.

Muqobil manbali tizimlarda chastotali rostlash yana bir muhim vazifani bajaradi: u nasosni quyosh panellari beradigan quvvatga moslashtiradi. Fotoelektrik batareya quvvati nurlanish va haroratga qarab kun davomida uzluksiz o'zgaradi. Agar nasos qat'iy tezlikda ishlasa, quvvat yetmay qolganda u to'xtab qoladi, ortiqcha bo'lganda esa quvvatning bir qismi foydalanilmay qoladi. Chastota o'zgartirgich kirish tomonida maksimal quvvat nuqtasini kuzatish (MPPT) algoritmini amalga oshirib, panel ish nuqtasini optimal holatda ushlab turadi, chiqish tomonida esa chastotani shunga muvofiq o'zgartiradi. Natijada nasos



Date: 3rd October-2026

nurlanish past bo'lgan ertalabki va kechki soatlarda ham suv berishda davom etadi, ya'ni qurilmaning kunlik suv hajmi ortadi.

Energetik samaradorlikni oshirishda boshqarish usulining tanlanishi ham ahamiyatli. Nasos yuklamasining momenti tezlik kvadratiga bog'liq bo'lgani uchun ko'p hollarda $U/f = \text{const}$ nisbatli skalyar boshqarish yetarli bo'ladi. Bundan tashqari, yengil yuklamalarda dvigatel magnit oqimini kamaytirish orqali uning yo'qotishlarini qisqartiruvchi energiya tejash rejimlari ham qo'llanadi. Tezlik va moment aniqligi muhim bo'lgan joylarda esa vektor boshqarish tavsiya etiladi. Ishga tushirish va to'xtatish vaqtida chastotani sekin o'zgartirish ishga tushirish toklarini cheklaydi, gidravlik zarbani kamaytiradi va uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi.

Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, nominal quvvati 15 kVt bo'lgan nasos nominal sarfning 80 foizida ishlaganda surgich bilan rostlashda taxminan 13–14 kVt, chastotali rostlashda esa yuritma yo'qotishlari bilan birga 8 kVt atrofida quvvat iste'mol qiladi. Sug'orish mavsumida bunday farq o'n minglab kVt·soat energiya tejaliishiga olib keladi. Shu bilan birga, tejam miqdori tizimning statik napor ulushiga kuchli bog'liq ekanini unutmaslik kerak. Chuqur quduqlarda chastotani ma'lum chegaradan pastga tushirib bo'lmaydi, shuning uchun minimal chastota odatda nominalning 30–40 foizi atrofida cheklanadi, aks holda nasos nabori geometrik balandlikni yengishga yetmay qoladi.

Amaliy tomondan e'tibor talab qiladigan yana bir masala — elektr energiyasi sifati. Chastota o'zgartirgich yuqori garmonikalar hosil qiladi, bu esa dvigatelning qo'shimcha qizishiga va tarmoqdagi buzilishlarga sabab bo'lishi mumkin. Chiqish drosseli yoki sinus filtr qo'llash, shuningdek, uzun kabellarda to'g'ri ekranlash bu muammolarni kamaytiradi. Loyihalashda nasosni ortiqcha zaxira bilan tanlamaslik ham muhim, chunki katta quvvatli nasos ko'p vaqt FIK past zonada ishlaydi va chastotali rostlashning afzalligi qisman yo'qoladi.

Qurilmaning energetik samaradorligini miqdoriy baholash uchun solishtirma energiya sarfi, ya'ni bir kub metr suvni ko'tarishga sarflangan elektr energiyasi ($\text{kVt} \cdot \text{soat} / \text{m}^3$) ko'rsatkichidan foydalaniladi. Bu ko'rsatkich nasosning FIK, quvur tarmog'ining gidravlik yo'qotishlari va yuritmaning rejimiga bog'liq bo'ladi. Chastotali rostlashda nasos ish nuqtasi optimal FIK zonasiga yaqinlashtirilgani uchun solishtirma sarf kamayadi. Muqobil manbali tizimlarda esa bu ko'rsatkichga yana bir narsa qo'shiladi: tarmoqdan olinadigan energiya ulushi. Quyosh energiyasi hisobiga qoplangan qism tarmoqdan olinmagani sababli, gibrid tizimning yillik tarmoq energiyasi iste'moli keskin qisqaradi.

Akkumulyator batareyalarisiz ishlaydigan quyosh nasos tizimlari ayniqsa e'tiborga loyiq. Batareya qimmat, uning xizmat muddati cheklangan va unga qo'shimcha texnik xizmat kerak bo'ladi. Chastota-rostlanuvchi yuritma esa energiyani suv ko'rinishida jamg'arishga imkon beradi: kunduzi nasos quvvati yuqori bo'lgan paytda suv zaxira idishiga haydab qo'yiladi, keyin u og'irlik kuchi bilan iste'molchiga beriladi. Bunday yechim tizim narxini pasaytiradi va uning ishonchliligini oshiradi.

Shamol energiyasi bilan ishlaydigan nasos qurilmalarida ham xuddi shunday yondashuv qo'llanadi, faqat bu yerda quvvat o'zgarishi ancha keskin va tezroq kechadi. Shamol tezligining kichik o'zgarishi quvvatning kubik o'zgarishiga olib keladi, shuning



Date: 3rd October-2026



uchun yuritma chastotani yetarlicha tez va silliq o'zgartira olishi lozim. Rostlagich sozlamalarini noto'g'ri tanlash tebranishlarga, nasos va quvurlarning ortiqcha zo'riqishiga hamda qo'shimcha energiya yo'qotishlariga olib keladi. Shu sababli rostlash tezligi chegaralanadi va chastota topshirig'i past chastotali filtr orqali uzatiladi.

Energetik samaradorlikni oshirishning yana bir yo'li — bir nechta nasosdan iborat guruhda faqat bittasini chastotali rostlash, qolganlarini esa kerak bo'lganda yoqish va o'chirishdir. Bunday ketma-ket boshqarish yuritma narxini kamaytiradi va nasoslarning har birini yuqori FIK zonasida ishlatishga imkon beradi. Rejim tanlash esa sarf va bosim datchiklari ko'rsatkichlariga hamda quyosh quvvatining joriy qiymatiga qarab avtomatik amalga oshiriladi.

Xulosa qilib aytganda, muqobil energiya manbali nasos qurilmalarida chastota-rostlanuvchi elektr yuritma ikki tomonlama samara beradi: bir tomondan, nasos quvvatining chastota kubiga bog'liqligi hisobiga energiya iste'moli sezilarli kamayadi, ikkinchi tomondan, yuritma o'zgaruvchan quyosh quvvatiga moslashib, mavjud energiyadan to'laroq foydalanish imkonini beradi. Bu usul qurilmaning ishonchliligini oshiradi, xizmat muddatini uzaytiradi va uni tarmoqqa bog'liq bo'lmagan hududlarda iqtisodiy jihatdan asoslangan yechimga aylantiradi. Keyingi ishlarda aniq iqlim sharoiti uchun modellashtirish va tajriba natijalari bilan hisoblarni tasdiqlash ko'zda tutiladi.