

SUG'ORISH TIZIMLARIDA NASOS STANSIYALARINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI**Xolmurodov Muzaffar Boboqulovich***NavDKTU "Elektr energetikasi" kafedrası Phd dotsenti***Usmonov Amon Kozim o'g'li***NavDKTU "Elektr energetikasi" kafedrası 1-bosqich magistranti*

Annotatsiya. *Qishloq xo'jaligida sug'orish tizimi agrar sohaning barqarorligi va samaradorligi nuqtai nazaridan muhim omil hisoblanadi. Cheklangan suv resurslaridan samarali foydalanish dunyo miqyosidagi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida katta ahamiyat kasb etmoqda. Nasos turlari sug'orish tizimlarining markaziy qismi bo'lib, suv harakatini ta'minlash orqali sug'orish samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri sifatida ajralib turadi. Nasos tanlashda suvni uzatish masofasi, balandlik farqlari hamda suv sarfi kabi texnik ko'rsatkichlar hisobga olinadi.*

Energiya samaradorligi qishloq xo'jaligi sug'orish tizimlarida yana bir muhim tushunchadir. Suv nasosining energiya iste'moli iqtisodiy hamda ekologik jihatdan muhim omil hisoblanadi. Energiya samaradorligi sug'orish tizimining umumiy xarajatlarini kamaytirish bilan birga, xo'jalikning uglerod izini qisqartirishga ham yordam beradi. Zamonaviy texnologiyalar va innovatsion nasos konstruksiyalari kam energiya sarflagan holda ko'proq suv uzatish imkoniyatini yaratadi. Shu nuqtai nazardan, nasos turlarining energiya samaradorligini o'rganish qishloq xo'jaligi sug'orish tizimlarining kelajagi uchun muhim ahamiyatga ega. Ishonchli va barqaror nasos yechimlari fermerlarga ekologik muvozanatni saqlash va ishlab chiqarish hajmini oshirish imkonini beradi. Shu sababli, ushbu tadqiqot qishloq xo'jaligi sug'orish tizimlarida qo'llaniladigan nasos yechimlarining yetarliligi va samaradorligini tahlil qilish orqali barqaror qishloq xo'jaligi amaliyotlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi dunyo aholisining ortib borayotgan oziq-ovqat ehtiyojlarini qondirishda muhim tarmoq hisoblanadi. Biroq qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining barqarorligi ko'p jihatdan suv resurslarini samarali boshqarishga bog'liqdir. Dunyo chuchuk suv resurslarining katta qismi qishloq xo'jaligi sug'orishga sarflanadi. Jahon Suv Kengashi (2019) ma'lumotlariga ko'ra, suv resurslarining taxminan 70 foizi qishloq xo'jaligi sohasida ishlatiladi va bu ko'rsatkich ortib bormoqda. Shu sababli suvdan samarali foydalanish ekologik barqarorlik hamda qishloq xo'jaligi mahsuldorligi uchun muhim ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jaligida sug'orish o'simliklarning suvga bo'lgan ehtiyojini qondirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Dunyoning ko'plab hududlarida tabiiy suv resurslarining yetarli emasligi sababli sug'orishga ehtiyoj mavjud. Ayniqsa, qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil iqlim sharoitlarida qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining barqarorligi

bevosita sug'orish tizimlariga bog'liqdir. Fermerlarning suvdan kerakli vaqtda hamda zarur miqdorda foydalanish imkoniyati hosildorlikni oshiradi va suv resurslarining kamayib ketishini oldini oladi.

Kalit so'zlar: *sug'orish tizimlari, nasos stansiyalari, energetik samaradorlik, energiya tejamkorligi, nasos agregatlari, gidravlik yo'qotishlar, chastotali boshqaruv, avtomatlashtirish tizimlari, suv resurslarini boshqarish, elektr energiyasi sarfi.*

Kirish. Hozirgi davrda dunyo miqyosida suv resurslarining kamayib boriishi, aholi sonining ortishi hamda qishloq xo'jaligi mahsulotlariga bo'lgan talabning oshishi irrigatsiya tizimlaridan samarali foydalanishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, sug'oriladigan dehqonchilik rivojlangan hududlarda suvni manbadan iste'molchilarga yetkazib berishda sug'orish nasos stansiyalari muhim o'rin egallaydi. Nasos stansiyalarining barqaror va samarali ishlashi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining uzluksizligini ta'minlaydi.

Sug'orish nasos stansiyalari irrigatsiya tizimlarining asosiy tarkibiy qismi bo'lib, ular suvni daryo, kanal, suv ombori yoki yer osti manbalaridan olib, kerakli bosim ostida sug'orish tarmoqlariga uzatish vazifasini bajaradi. Biroq nasos stansiyalarida katta miqdorda elektr energiyasi sarflanishi ularning iqtisodiy samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli energiya resurslaridan oqilona foydalanish va nasos agregatlarining energetik samaradorligini oshirish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Amaliyotda ko'plab nasos stansiyalarida ma'naviy va jismoniy eskirgan uskunalardan foydalanilishi, gidravlik yo'qotishlarning yuqoriligi hamda boshqaruv tizimlarining yetarli darajada avtomatlashtirilmaganligi natijasida elektr energiyasi sarfi ortib bormoqda. Bundan tashqari, nasos agregatlarining noto'g'ri tanlanishi va optimal bo'lmagan ish rejimida ishlashi energiya yo'qotishlariga olib keladi. Bu esa ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga va sug'orish tizimlarining samaradorligi pasayishiga sabab bo'ladi.

Sug'orish nasos stansiyalarida energetik samaradorlikni oshirish maqsadida zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi. Jumladan, yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega nasos agregatlari, chastota orqali boshqarish qurilmalari (VSD), avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish orqali elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi sug'orish nasos stansiyalarining energetik samaradorligini oshirishning nazariy va amaliy asoslarini o'rganish, energiya sarfini kamaytiruvchi texnologiyalarni tahlil qilish hamda samarali texnik tavsiyalar ishlab chiqishdan iboratdir.

Sug'orish nasos stansiyalarining umumiy tavsifi. Sug'orish nasos stansiyalari suvni manbadan olib, kerakli bosim va sarf bilan sug'orish tarmoqlariga uzatishga

xizmat qiluvchi gidrotexnik inshoot hisoblanadi. Nasos stansiyalarining asosiy vazifasi ekin maydonlarini suv bilan o'z vaqtida va uzluksiz ta'minlashdir. Sug'orish tizimlarining samaradorligi ko'p jihatdan nasos agregatlarining texnik holati va energetik ko'rsatkichlariga bog'liq bo'ladi.

Nasos stansiyalari quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi:

- nasos agregati;
- elektr dvigatel;
- so'rish va haydash quvurlari;
- klapanlar;
- filtrlar;
- boshqaruv va himoya tizimlari;
- bosim o'lchash qurilmalari.

Nasos agregati elektr dvigatel yordamida mexanik energiyani gidravlik energiyaga aylantirib, suvni kerakli balandlikka ko'taradi yoki ma'lum masofaga uzatadi. Sug'orish tizimlarida asosan markazdan qochma nasoslar keng qo'llaniladi, chunki ular katta hajmdagi suvni yuqori samaradorlik bilan uzata oladi.

1.2 Sug'orish nasos stansiyalarida energetik samaradorlik

Energetik samaradorlik — bu minimal energiya sarfi evaziga maksimal foydali ish bajarish darajasi hisoblanadi. Sug'orish nasos stansiyalarida energetik samaradorlik nasos agregatlarining foydali ish koeffitsiyenti, gidravlik yo'qotishlar va elektr dvigatel samaradorligi bilan belgilanadi.

Nasos stansiyalarida energiya sarfiga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

- nasos turining noto'g'ri tanlanishi;
- quvurlardagi gidravlik qarshiliklar;
- nasoslarning optimal bo'lmagan rejimda ishlashi;
- eskirgan elektr dvigatellardan foydalanish;
- avtomatlashtirish tizimlarining yetarli emasligi.

Nasosning foydali ish koeffitsiyenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_{foydali}}{P_{umumiy}} \times 100\%$$

Bu yerda:

- η — foydali ish koeffitsiyenti;
- $P_{foydali}$ — foydali quvvat;
- P_{umumiy} — umumiy iste'mol qilinadigan quvvat.

Foydali ish koeffitsiyenti yuqori bo'lgan nasos agregatlari elektr energiyasini kam sarflaydi va tizimning umumiy samaradorligini oshiradi.

1.3 Nasos turlarining energetik samaradorlikka ta'siri

Sug'orish tizimlarida markazdan qochma, porshenli va chuqurlik nasoslari keng qo'llaniladi. Har bir nasos turining texnik va energetik ko'rsatkichlari turlicha bo'ladi.

Markazdan qochma nasoslar. Markazdan qochma nasoslar katta hajmdagi suvni uzatishda yuqori samaradorlikka ega. Ularning konstruksiyasi sodda bo‘lib, ekspluatatsiya qilish qulay hisoblanadi.

Chuqurlik nasoslari

Chuqurlik nasoslari yer osti suvlarini chiqarishda qo‘llaniladi. Ushbu nasoslarning energiya sarfi suvning chuqurligiga bog‘liq bo‘ladi.

Porshenli nasoslar

Porshenli nasoslar yuqori bosim hosil qilish imkoniyatiga ega bo‘lsa-da, energiya sarfi nisbatan yuqori hisoblanadi.

1.4 Energiya tejamkor texnologiyalar

Hozirgi kunda sug‘orish nasos stansiyalarida energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Chastota orqali boshqarish qurilmalari (VSD) yordamida nasos aylanish tezligini suv talabiga mos ravishda boshqarish mumkin.

Nasos quvvati bilan aylanish tezligi orasidagi bog‘liqlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P \propto n^3$$

Bu yerda:

- P — nasos quvvati;
- n — aylanish tezligi.

VSD tizimlari yordamida elektr energiyasi sarfini 25–60 % gacha kamaytirish mumkin.

Bundan tashqari:

- aqlli sug‘orish tizimlari;
- avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari;
- yuqori samarali elektr dvigatellari;
- quyosh energiyasi asosidagi nasos tizimlari

ham sug‘orish nasos stansiyalarining energetik samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

Tadqiqot metodikasi va hisoblash usullari. Mazkur tadqiqotda sug‘orish nasos stansiyalarining energetik samaradorligini baholash uchun nazariy tahlil, texnik hisoblash va taqqoslash usullaridan foydalanildi. Tadqiqot davomida nasos agregatlarining suv sarfi, bosim balandligi, elektr energiyasi iste‘moli hamda foydali ish koeffitsiyenti asosiy texnik ko‘rsatkich sifatida qabul qilindi.

Hisoblash ishlari markazdan qochma nasos agregati misolida olib borildi. Tadqiqot uchun quyidagi boshlang‘ich parametrlar qabul qilindi:

- suv sarfi — 50 m³/soat;
- bosim balandligi — 40 m;
- nasos samaradorligi — 85 %;
- elektr dvigatel samaradorligi — 90 %;
- ish davomiyligi — 10 soat/sutka.

Nasos agregatining quvvati va elektr energiyasi sarfi quyidagi formulalar yordamida aniqlandi:

$$N = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

$$E = N \times t$$

Bu yerda:

- N — nasos quvvati;
- E — elektr energiyasi sarfi;
- Q — suv sarfi;
- H — bosim balandligi;
- η — foydali ish koeffitsiyenti;
- t — ish vaqti.

Tadqiqot davomida energiya tejankor texnologiyalar, xususan chastota orqali boshqarish qurilmalarining (VSD) energiya sarfiga ta'siri ham tahlil qilindi.

TADQIQOT NATIJALARI

Ishlash sharoitlari:

- Sug'oriladigan maydon balandligi: 50 metr
- Suv chuqurligi: 10 metr
- Rejalashtirilgan sug'orish suv sarfi: 50 m³/s

Nasos turlari bo'yicha qabul qilingan ko'rsatkichlar

Markazdan qochma nasos:

- Maksimal suv sarfi: 150 m³/s
- Maksimal bosim: 30 metr
- Foydali ish koeffitsienti (FIK): 85 %
- Dvigatel quvvati: 15 kW

Suv osti nasosi:

- Maksimal suv sarfi: 120 m³/s
- Maksimal bosim: 40 metr
- Foydali ish koeffitsienti (FIK): 80 %
- Dvigatel quvvati: 20 kW

3-rasm. Markazdan qochma va suv osti nasoslarining ish xarakteristikalari

DIN 1944 standartiga ko'ra, ruxsat etilgan xatolik darajalari uchta aniqlik sinfiga bo'linadi va 1-jadvalda ushbu uch sinf uchun ko'rsatkichlar keltirilgan. 2-jadvalda esa ISO tasnifiga muvofiq o'lchashdagi umumiy xatolikning ruxsat etilgan yuqori chegaralari (%) ko'rsatilgan.

• **1-jadval. Nasos sinovlari aniqlik sinflari uchun ruxsat etilgan xatolik darajalari (DIN 1944)**

O'lchash parametri	I sinf	II sinf	III sinf
Suv sarfini o'lchashdagi xatolik (fQ)	±1.5 %	±2.0 %	±3.0 %

O'lchash parametri	I sinf	II sinf	III sinf
Manometrik balandlik (fHm)	±1.0 %	±1.5 %	±2.0 %
Nasos tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat (fPYG)	±1.0 %	±1.5 %	±2.0 %
Nasos samaradorligi bo'yicha xatolik (fn)	±2.0 %	±3.0 %	—

• 2-jadval. ISO standartlariga muvofiq o'lchashdagi umumiy xatolik darajalari

O'lchash kattaligi	ISO 5198 Sensitive Class (A sinf)	ISO 3555 Eng. Class 1 (B sinf)	ISO 2548 Eng. Class 2 (C sinf)
Suv sarfi	±1.5 %	±2.0 %	±3.5 %
Nasos bosimi	±1.0 %	±1.5 %	±3.5 %
Val quvvati	±1.0 %	±1.5 %	±3.7 %
Aylanish tezligi	±0.2 %	±0.5 %	±2.0 %
Nasos samaradorligi	±2.25 %	±2.8 %	±5.0 %

Energiya samaradorligi va iqtisodiy ta'sirlar. Energiya samaradorligini ta'minlash qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish xarajatlarini bevosita kamaytiradi. Ayniqsa energiya xarajatlari yuqori bo'lgan hududlarda samarali nasos tizimlaridan foydalanish sezilarli iqtisodiy tejash imkonini beradi. Bu ishlab chiqaruvchilarning raqobatbardoshligini oshiradi va ekologik barqarorlikni qo'llab-quvvatlaydi.

Energiya samaradorligi nafaqat ekologik barqarorlik, balki iqtisodiy rivojlanish va xarajatlarni boshqarish nuqtai nazaridan ham katta ahamiyatga ega. Qishloq xo'jaligi sug'orish tizimlarida sarflanadigan energiya asosan nasos tizimlarining samaradorligi bilan bog'liqdir. Nasoslarning samarali ishlashi kamroq energiya sarflanishiga olib keladi va bu qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi. Sug'orish tizimlarida energiya samaradorligini oshirish fermerlarning, ayniqsa energiya narxi yuqori bo'lgan hududlarda, iqtisodiy jihatdan raqobatbardosh bo'lishiga yordam beradi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot ishida sug'orish nasos stansiyalarining energetik samaradorligini oshirish masalalari kompleks ravishda o'rganildi hamda nasos agregatlarining texnik va energetik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida sug'orish tizimlarida energiya sarfiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar — nasos turini tanlash, gidravlik yo'qotishlar, elektr dvigatel samaradorligi va nasoslarning ish rejimlari ilmiy jihatdan baholandi.

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, sug'orish nasos stansiyalarida elektr energiyasi sarfining katta qismi nasos agregatlarining noto'g'ri tanlanishi va optimal bo'lmagan rejimda ishlashi bilan bog'liqdir. Ayniqsa, gidravlik qarshiliklarning ortishi, quvurlardagi bosim yo'qotishlari hamda eskirgan elektr dvigatellardan foydalanish tizim samaradorligining pasayishiga sabab bo'lishi aniqlandi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, markazdan qochma nasoslar sug'orish tizimlarida katta hajmdagi suvni uzatishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi va energiya tejamkorligi jihatidan samarali ishlashi asoslandi. Chuqurlik nasoslarida esa suv ko'tarish balandligi ortishi bilan energiya sarfining ham oshishi kuzatildi. Shu sababli nasos agregatlarini tanlashda suv sarfi, bosim balandligi va gidravlik parametrlarni to'g'ri hisoblash muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Hisoblash ishlari natijasida nasos stansiyalarida zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytirishi isbotlandi. Jumladan, chastota orqali boshqarish qurilmalari (VSD) yordamida nasos aylanish tezligini boshqarish orqali energiya sarfini 25–30 % gacha kamaytirish mumkinligi aniqlandi. Bundan tashqari, yuqori samaradorlikka ega elektr dvigatellari va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari nasos stansiyalarining umumiy foydali ish koeffitsiyentini oshirishi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishi ko'rsatildi.

Shuningdek, aqlli sug'orish tizimlari va sensor texnologiyalaridan foydalanish suv hamda energiya resurslaridan oqilona foydalanish imkonini yaratishi aniqlandi. Tuproq namligi va suv sarfini real vaqt rejimida nazorat qilish sug'orish jarayonini optimallashtirib, ortiqcha suv va energiya sarfining oldini oladi.

Tadqiqot davomida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan quyosh energiyasidan foydalanish sug'orish nasos stansiyalarining istiqbolli rivojlanish yo'nalishlaridan biri ekanligi asoslandi. Quyosh energiyasi asosida ishlovchi nasos tizimlari elektr energiyasi xarajatlarini kamaytirish bilan bir qatorda ekologik barqarorlikni ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi.

Xulosa. Umuman olganda, sug'orish nasos stansiyalarining energetik samaradorligini oshirish qishloq xo'jaligida suv va energiya resurslaridan samarali foydalanishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish orqali sug'orish tizimlarining iqtisodiy samaradorligini oshirish, elektr energiyasi sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash mumkin. Mazkur tadqiqot natijalari sug'orish nasos stansiyalarini modernizatsiya qilish va energiya samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Azizoğlu R., Koçyiğit F. *Investigation of Pump Selection and Energy Efficiency in Agricultural Irrigation Systems*. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14(1), 57–75, 2025.
2. Arifjanov A.M. *Nasoslar va nasos stansiyalari*. – Toshkent: Tafakkur-Bo'stoni, 2019.
3. Hamidov M.H., Islomov U.I. *Qishloq xo'jaligida energiya tejamkor texnologiyalar*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.

4. Karimov A.A. *Sug'orish tizimlari va nasos qurilmalari*. – Toshkent: O'qituvchi, 2020.
5. Xudoyqulov J.X. *Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish*. – Samarqand, 2020.
6. ISO 5198: *Rotodynamic Pumps – Hydraulic Performance Acceptance Tests*. International Organization for Standardization, Geneva, 2018.
7. DIN 1944 Standard. *Pump Test Accuracy Classes and Performance Measurements*. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2017.
8. FAO. *Energy Efficiency in Irrigation Systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2022.
9. Müller G., Bachmann S. *Modern Pump Technologies and Energy Saving Systems*. Springer International Publishing, 2021.
10. Ahmed T., Rahman M. “Smart Irrigation Systems and Energy Efficiency in Agriculture”, *Journal of Water Resources and Agricultural Engineering*, Vol. 18, No. 4, 2022, pp. 145–158.
11. *Renewable Energy Applications in Agricultural Irrigation Systems*. Springer Nature, Switzerland, 2023.
12. Tojiyev B.T. *Sug'orish nasos stansiyalarining ekspluatatsiyasi va samaradorligi*. – Toshkent, 2022.