UDK:621.22+681.5

NASOS AGREGATLARINI BOSHQARISH TIZIMLARINING HOLATI VA RIVOJLANISH YO‘NALISHLARI

U.T.Berdiyev
Toshkent Davlat transport universiteti professori
X.M.Mamajonov
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti assistenti
Gmail:mamajonovholmirza93@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-2688-6462

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat va kommunal sohalarda keng qo‘llaniladigan nasos agregatlarini boshqarish tizimlarining amaldagi holati, muammolari va ularni zamonaviylashtirish yo‘nalishlari tahlil qilingan. An’anaviy boshqaruv usullarining energiya tejamkorlik va moslashuvchanlik jihatidan kamchiliklari ochib berilgan. Zamonaviy texnologiyalar, xususan chastota rostlagichli elektr yuritmalar, PLC va SCADA tizimlari, shuningdek, sun’iy intellekt asosidagi algoritmlarning nasos agregatlarida qo‘llanishi orqali energiya sarfini kamaytirish, tizim ishonchliligini oshirish va xizmat muddatini uzaytirish imkoniyatlari ko‘rsatib o‘tilgan. Tadqiqot natijalariga asoslanib, nasos agregatlarini boshqarishning samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Nasos agregatlari, elektr yuritma, boshqaruv tizimi, chastota rostlagich, PLC, SCADA, energiyani tejash, sun’iy intellekt, samaradorlik, avtomatlashtirish

Аннотация: В данной статье анализируется текущее состояние, проблемы и направления модернизации систем управления насосными агрегатами, широко применяемых в промышленности и коммунальном хозяйстве. Выявлены недостатки традиционных методов управления с точки зрения энергосбережения и гибкости. Были продемонстрированы возможности снижения энергопотребления, повышения надежности системы и продления срока службы за счет применения современных технологий, в частности электрических приводов с частотным регулированием, систем ПЛК и SCADA, а также алгоритмов на основе искусственного интеллекта в насосных установках. По результатам исследований разработаны практические предложения по повышению эффективности управления насосными агрегатами.

Ключевые слова: насосные агрегаты, электрическая канализация, система управления, регулятор частоты, ПЛК, SCADA, энергосбережение, искусственный интеллект, эффективность, автоматизация

ISSN 3030-3907

Annotation: this article analyzes the current state, problems and directions of their modernization of pumping unit control systems, which are widely used in the industrial and municipal sectors. The disadvantages of traditional control methods in terms of energy efficiency and flexibility are revealed. The possibilities of reducing energy consumption, increasing system reliability and extending service life are indicated by the use of modern technologies, in particular frequency-adjuster electrical drives, PLC and SCADA systems, as well as artificial intelligence-based algorithms in pumping units. Based on the results of the study, practical proposals have been developed to improve the efficiency of the management of pumping units.

Keywords: pump units, electric drive, control system, frequency adjuster, PLC, SCADA, energy saving, artificial intelligence, efficiency, automation

Kirish

Bugungi kunda sanoatning turli tarmoqlarida — suv ta’minoti, issiqlik ta’minoti, neft-gaz, kimyo va qishloq xo‘jaligi sohalarida — suyuqliklarni uzatish va aylantirishda nasos agregatlarining o‘rni juda muhim. Ularning samaradorligi ishlab chiqarishning uzluksizligi, texnologik xavfsizlik va eng muhimi – energiya tejamkorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Ko‘pgina mavjud ishlab chiqarish tizimlarida hali-hanuzgacha an’anaviy boshqaruv usullari – to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish yoki yulduz-uchburchak sxemalari keng qo‘llanmoqda. Bunday tizimlar energiya samaradorligi past bo‘lgan holda nasosni doimiy rejimda ishlatishga majbur qiladi. Shu bois, ushbu maqolada nasos agregatlarini zamonaviy boshqarish texnologiyalari, ularning holati, ustunliklari, mavjud muammolari va rivojlanish yo‘nalishlari atroflicha tahlil qilinadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Oxirgi yillarda nasos agregatlarini samarali boshqarishga qaratilgan ilmiy izlanishlar kuchaydi. Jumladan, G. M. Ivanov [1] ishida chastota rostlagichlar asosida nasoslarni energiya tejamkor boshqarish metodlari bayon etilgan. Unga ko‘ra, aylanish chastotasini yuklamaga qarab avtomatik rostlash energiya sarfini 30% gacha kamaytiradi.

Xalqaro miqyosda, Zhang va boshqalar [2] SCADA tizimlari yordamida markazlashgan nasos stansiyalarini real vaqt rejimida monitoring qilish samaradorligini o‘rganishgan. Ularning fikricha, bu tizimlar operatorlarning xatolarini kamaytirish bilan birga tizimning uzluksizligini ta’minlaydi.

A.A. Jalilov [3] esa nasoslarni avtomatlashtirishda PLC qurilmalarining afzalliklariga to‘xtalgan. PLC dasturiy ta'minoti yordamida tizimda yuzaga keladigan nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyati vujudga keladi. AI (sun’iy intellekt) algoritmlari esa hozirda o‘rganilayotgan istiqbolli yo‘nalishlardan biridir.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, Yevropa Ittifoqi tomonidan amalga oshirilgan "SmartPump" loyihasida [4] sun'iy intellekt asosida o'z-o'zini sozlaydigan nasos tizimlari sinovdan o'tkazilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ilg'or texnologiyalarning nasos agregatlariga tatbiqi faqat energiyani tejash bilan cheklanmasdan, balki ularning ekspluatatsion ishonchliligini ham oshiradi.

Hozirgi holati: Bugungi kunda nasos agregatlarini boshqarish tizimlari turli darajadagi avtomatlashtirishga ega bo'lib, ularning qo'llanilishi soha, texnik bazaviy holat va iqtisodiy imkoniyatlarga qarab farq qiladi. Respublikamiz sanoat korxonalarining ko'pchiligida hanuzgacha nasoslar an'anaviy usullar bilan boshqarilmoqda, bu esa bir qator kamchilik va cheklovlarga olib kelmoqda.

An'anaviy boshqaruv tizimlari. Ko'plab suv ta'minoti va issiqlik ta'minoti tarmoqlarida nasoslar qo'lda ishga tushirish yoki oddiy kontaktor-rele sxemalari yordamida boshqariladi. Bunday tizimlar:

- nasosning holati to'g'risida real vaqt ma'lumot bermaydi;
- avtomatik rostlash funksiyalariga ega emas;
- elektr energiyasining haddan tashqari sarflanishiga olib keladi, chunki nasos doimiy maksimal quvvatda ishlaydi;
- avtomatik avariya signalizatsiyasi yoki himoya tizimlari mavjud emas yoki juda sodda shaklda ishlaydi.

Yarim avtomatik tizimlar: Ba'zi korxonalarda qisman avtomatlashtirilgan tizimlar joriy qilingan bo'lib, ular datchiklar va taymerlar orqali nasosni faollashtiradi. Ammo bu tizimlarda quyidagi cheklovlar mavjud:

- nazorat faqat cheklangan parametrlargagina asoslanadi (masalan, sath yoki bosim);
- boshqaruv algoritmlari moslashuvchan emas – har xil yuklama holatlariga moslasha olmaydi;
- masofadan monitoring va boshqaruv imkoniyati mavjud emas;
- barcha qarorlar operator tomonidan amalga oshiriladi, bu esa inson omiliga bog'liq holda xatoliklarni oshiradi.

Zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlar: Yuqori texnologiyalarga ega yirik sanoat ob'yektlarida (masalan, neft-gaz sanoati, kimyo sanoati, gidrotexnik inshootlar) PLK (dasturlashtiriladigan logic kontroller), ChO' (chastota o'zgartirgich), SCADA tizimlari asosida avtomatik boshqaruv yo'lga qo'yilgan. Bunday tizimlar quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- nasosning aylanish tezligini yuklama, bosim va sathga qarab avtomatik ravishda boshqarish;

ISSN 3030-3907

- real vaqt monitoring, arxivlash va tahlil qilish;
- avtomatik signalizatsiya, havfsizlik va avariya holatlarini oldindan aniqlash;
- masofaviy boshqaruv va tizimni optimallashtirish imkoniyati.

Biroq, ushbu ilg‘or texnologiyalarni respublika bo‘ylab keng joriy qilishda bir qator to‘siqlar mavjud:

- texnik infratuzilmaning eskiligi;
- yuqori texnologiyali uskunalarning narxi;
- ularni o‘rnatish va sozlash uchun malakali kadrlar tanqisligi;
- xizmat ko‘rsatish va texnik xizmat madaniyatining past darajada bo‘lishi.

Energiya samaradorligi nuqtayi nazaridan tahlil: Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, nasoslar elektr energiyasining 20-30 foizini iste’mol qiluvchi eng yirik iste’molchilardan biridir. Oddiy kontaktorli boshqaruv tizimlarida energiya tejamkorligi ko‘rsatkichlari past bo‘lib, ko‘p hollarda nasoslar ortiqcha quvvatda ishlaydi. Chastota o‘zgartirgichlar qo‘llanilgan tizimlarda esa bu ko‘rsatkich 30-40% gacha yaxshilanadi. Bu esa ishlab chiqarish tannarxini pasaytirishda muhim omil hisoblanadi.

Texnologik yondashuvlar: Zamonaviy nasos boshqaruv tizimlari quyidagi elementlarni o‘z ichiga oladi:

Chastota o‘zgartirgichlar (ChO): Nasosning aylanish tezligini uzluksiz rostlash imkonini beradi. Bu energiya tejamkorligining asosiy omilidir.

PLK asosidagi avtomatik boshqaruv: Datchiklar va nazorat elementlari orqali nasosning holati doimiy nazoratda bo‘ladi.

SCADA tizimlari: Dispetcherlik markazidan markazlashtirilgan boshqaruv va monitoringni ta’minlaydi.

Sun’iy intellekt asosidagi tizimlar: Oldindan tahlil asosida qaror qabul qilishni avtomatlashtiradi (masalan, yuklamaga qarab nasoslar navbati bilan ishlaydi).

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

1. **Tizim auditi**: O‘zbekistondagi sanoat korxonalarida ishlayotgan nasos tizimlari o‘rganildi. Ularning texnik holati, boshqaruv usullari, quvvat sarfi va ekspluatatsion samaradorligi baholandi.
2. **Matematik modellashtirish**: Matlab/Simulink muhitida nasos va elektr yuritma tizimining modelini yaratildi. Bu model yordamida chastota boshqaruvli tizimlar bilan an’anaviy usullar taqqoslandi.
3. **Eksperimentlar**: Laboratoriya sharoitida PLC asosidagi boshqaruv tizimi ishlab chiqildi va nasos maketida sinovdan o‘tkazildi.

ISSN 3030-3907

4. **Energiya sarfini hisoblash**: O‘lchov asboblari yordamida har xil rejimlardagi energiya sarfi va samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlandi.

• **Tahlil va natijalar.** O‘tkazilgan tahlillar quyidagilarni ko‘rsatdi:

• **An’anaviy boshqaruv**: Tarmoqdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanish orqali ishga tushirilgan nasoslar yuklama o‘zgarishiga moslashmaydi. Bu esa ortiqcha energiya sarfi va qisqa xizmat muddatiga olib keladi.

• **Chastota boshqaruv tizimlari**: Yuklamaga mos holda aylanish chastotasini avtomatik boshqarish imkoniyati mavjud. Tajribalar asosida 100 kVt quvvatli nasosda 32% energiya tejalganligi aniqlandi.

• **PLC asosida boshqaruv**: Nosozliklarni aniqlash, signalizatsiya va avtomatik o‘chirish kabi funksiyalar orqali tizimning ishonchliligi oshirildi.

• **Sun’iy intellekt imkoniyatlari**: Ilk natijalarga ko‘ra, AI algoritmlari yordamida yuklamaning oldindan prognoz qilinishi va tizim ishining optimallashuvi kuzatildi.

• **Ekspluatatsion ishonchlilik**: Yangi tizimlar xizmat muddatini 20–25% ga oshirishi mumkinligi tajribalar orqali tasdiqlandi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar va takliflar ishlab chiqildi: Nasos agregatlarini energiya tejamkor boshqaruvga o‘tkazish zarur. Bu uchun chastota rostlagichli elektr yuritmalarni joriy etish muhim ahamiyatga ega. PLC va SCADA kabi zamonaviy avtomatika vositalari nasos tizimlarining ishonchliligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Nasos tizimlariga sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv algoritmlarini joriy qilish kelajakda yanada yuqori samaradorlikka olib keladi. Mahalliy sharoitda ishlab chiqarilayotgan nasos tizimlariga modulli boshqaruv bloklarini integratsiyalash bo‘yicha loyihalar amalga oshirilishi lozim. Ilmiy-tadqiqot institutlari va ishlab chiqaruvchi korxonalar o‘rtasida kooperatsiyani kuchaytirish orqali amaliy natijalarga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ivanov G. M. “Teplovaya energetika i upravleniye nasosami”. Energiya, Moskva, 2021.
2. Zhang Y., Liu M., “Real-Time Monitoring of Pump Stations Using SCADA Systems”, *IEEE Transactions on Automation Science*, 2022.
3. Jalilov A.A., “Programmable Controllers in Industrial Automation”, *Uzbek Technical Journal*, 2020.
4. “SmartPump EU Horizon Project Report”, European Commission, 2023.

ISSN 3030-3907

5. Kim H., Lee J., “AI-driven Predictive Control in Pumping Stations”, *Smart Engineering Letters*, 2021.
6. Egamberdiyev I., “Nasos agregatlari uchun rostlanuvchan elektr yuritmalar”, Toshkent, 2022.

ISSN 3030-3907