

Date: 29th April-2026

**GIDROAKKUMULYATSIYA ELEKTR STANSIYALARI NASOS
QURILMALARIDA ENERGIYA TEJASH IMKONIYATLARI**

Qulmatov Sanjar Xolmumin o'g'li

sanjarqulmatov0327@gmail.com

Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi gidroakkumulyatsiya elektr stansiyalari (GAES) nasos qurilmalarining ish rejimlari energiya tejamlarini nuqtai nazaridan tahlil qilingan. Agregatlarni aylanish tezligi bo'yicha rostdash, oqim qismini modernizatsiya qilish va ish rejimlarini optimallashtirish orqali elektr energiyasi sarfini kamaytirish yo'llari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: gidroakkumulyatsiya, nasos-turbina, chastota o'zgartkich, foydali ish koeffitsiyenti, energiya tejash, kavitatsiya.

Kirish

So'nggi yillarda O'zbekiston energetika tizimida qayta tiklanuvchi energiya manbalari, ayniqsa quyosh va shamol elektr stansiyalarining ulushi sezilarli darajada oshib bormoqda. Biroq quyosh va shamol energiyasi barqaror emas, iste'molchilar talabi esa sutka davomida keskin o'zgaradi. Shu sababli energiyani to'plab, kerakli paytda tarmoqqa qaytarish masalasi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Katta quvvatlarda bu vazifani hal qilishning hozirgacha eng sinalgan usuli gidroakkumulyatsiya elektr stansiyalaridir – dunyoda o'rnatilgan energiya to'plash quvvatlarining asosiy qismi aynan GAESlar hissasiga to'g'ri keladi [4].

GAESning ishlash prinsipi ancha oddiy: tarmoqda ortiqcha energiya bo'lgan paytda suv pastki havzadan yuqori havzaga nasoslar yordamida ko'tariladi, yuklama cho'qqisida esa shu suv turbinalar orqali qaytarib tushiriladi va elektr energiyasi ishlab chiqariladi. Zamonaviy stansiyalarda to'liq siklning foydali ish koeffitsiyenti (FIK) odatda 75–80 % atrofida bo'ladi [6]. Yo'qotishlarning salmoqli qismi nasos rejimiga to'g'ri kelishini hisobga olsak, nasos qurilmalarining samaradorligini oshirish butun stansiya iqtisodiyotiga bevosita ta'sir qiladi.

Asosiy qism

Nasos rejimida iste'mol qilinadigan quvvat $N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H / \eta$ ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda Q – suv sarfi, H – ko'tarish balandligi (napor), η – agregatning umumiy FIKi [2, 3]. Taxminiy hisob-kitoblarga ko'ra, quvvati 1000 MVt bo'lgan stansiyada nasos agregatlari FIKini atigi 3–4 % ga oshirish yiliga o'nlab million kilovatt-soat elektr energiyasini tejash imkonini beradi.

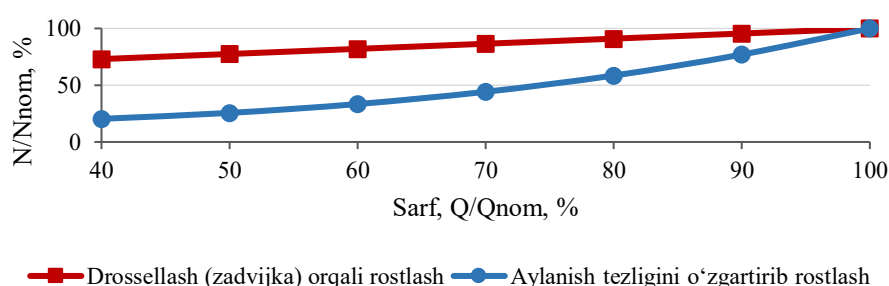
Amaliyotda GAES nasos qurilmalarining samaradorligiga bir nechta omil ta'sir ko'rsatadi. Birinchidan, an'anaviy agregatlar o'zgaras aylanish chastotasida ishlaydi. Yuqori havza to'lib borgan sari napor o'zgaradi va nasos optimal nuqtadan chetlashib ishlay boshlaydi. Ikkinchidan, o'zgaras tezlikli agregatning nasos rejimidagi quvvatini ravon



Date: 29th April-2026

rostlab bo'lmaydi – u yo to'liq quvvatda ishlaydi, yo to'xtatiladi. Uchinchidan, ishchi g'ildirak va yo'naltiruvchi apparatdagi gidravlik yo'qotishlar, kavitatsiya natijasida sirlarning yemirilishi vaqt o'tishi bilan FIKni pasaytiradi [1, 2].

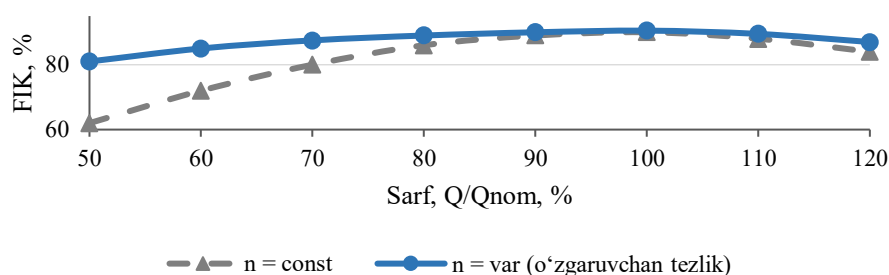
Energiya tejashning eng samarali yo'nalishlaridan biri – o'zgaruvchan aylanish tezligiga ega agregatlarni qo'llashdir. Bunda motor-generator tarmoqqa to'liq quvvatli chastota o'zgartkich orqali yoki ikki tomonlama ta'minlanadigan asinxron mashina sxemasi bo'yicha ulanadi. Nasoslarning o'xshashlik qonunlariga ko'ra sarf aylanish chastotasiga to'g'ri proporsional, napor uning kvadratiga, quvvat esa kubiga proporsional ravishda o'zgaradi [1, 3]. Demak, sarfni zadvijka bilan drossellash o'rniga aylanish tezligini o'zgartirib rostlash ancha kam energiya talab qiladi. Ikki usulning taqqoslanishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Nasos iste'mol qiladigan quvvatning sarfga bog'liqligi (namunaviy hisob)

Namunaviy hisob natijalariga ko'ra, sarf nominal qiymatning 60–70 foizigacha kamaytirilganda chastotali rostlash drossellashga nisbatan quvvat iste'molini taxminan ikki-ikki yarim baravar kamaytiradi. To'g'ri, GAESda statik napor katta bo'lgani uchun tezlikni o'zgartirish chegarasi cheklangan va odatda nominal qiymatdan bir necha foiz atrofida bo'ladi. Yaponiyadagi 400 MVt quvvatli Ohkawachi GAESining ish tajribasi bu yondashuvning o'zini oqlaganini ko'rsatadi [5].

O'zgaruvchan tezlikning yana bir muhim afzalligi shundaki, har bir napor qiymatida nasosni optimal FIK nuqtasiga yaqin rejimda ishlatish mumkin bo'ladi (2-rasm).



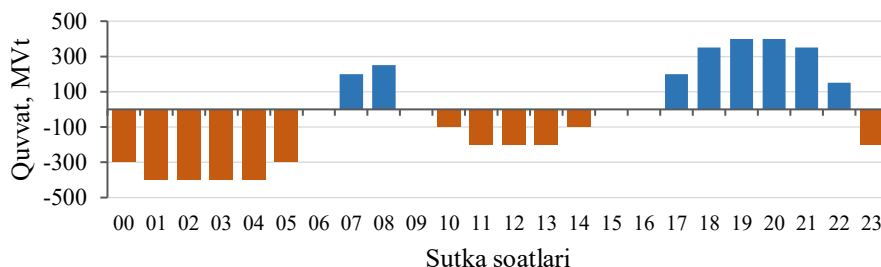
2-rasm. Nasos-turbinaning nasos rejimidagi FIK egri chiziqlari (namunaviy hisob)

O'zgarmas tezlikda FIK faqat nominal nuqta atrofida yuqori bo'lib, undan chetlashganda keskin tushib ketadi. O'zgaruvchan tezlikda esa egri chiziq ancha «yassi» bo'ladi va keng ish diapazonida FIK yuqori darajada saqlanadi.

Ikkinchi yo'nalish – ishchi g'ildirak va oqim qismini modernizatsiya qilish. Hisoblash gidrodinamikasi (CFD) usullari yordamida loyihalangan zamonaviy ishchi g'ildiraklar eski konstruksiyalarga nisbatan FIKni bir necha foizga oshirishi mumkin [1].

Date: 29th April-2026

Uchinchi yo‘nalish – ish rejimlarini optimallashtirish. Nasos rejimiga o‘tish vaqtini elektr energiyasi narxi va qayta tiklanuvchi manbalarning ishlab chiqarishi bilan muvofiqlashtirish GAESning iqtisodiy samarasini oshiradi. Stansiyada bir nechta agregat bo‘lsa, ularning hammasini qisman yuklamada ishlatgandan ko‘ra, kamroq sonini optimal yuklamada ishlatish maqsadga muvofiq. GAESning tipik sutkalik ish grafigi 3-rasmda ko‘rsatilgan.



3-rasm. GAESning namunaviy sutkalik ish grafigi (manfiy qiymatlar – nasos rejimi, musbat – generator rejimi)

Grafikdan ko‘rinadiki, nasos rejimi asosan tungi soatlarga, shuningdek quyosh stansiyalari eng ko‘p energiya beradigan kunduzgi soatlarga to‘g‘ri keladi, kechki cho‘qqida esa stansiya generator rejimida ishlaydi. Quyosh energetikasi rivojlangan sari kunduzgi nasos rejimining ulushi ortib boradi – bu holat O‘zbekiston sharoiti uchun ayniqsa xarakterli.

Xulosa

Tahlil ko‘rsatadiki, GAES nasos qurilmalarida energiya tejashning asosiy zaxirasi agregatlarni o‘zgaruvchan tezlikda ishlatish, oqim qismini modernizatsiya qilish va ish rejimlarini optimallashtirishdadir. Ushbu tadbirlar birgalikda qo‘llanilganda nasos rejimidagi energiya sarfini sezilarli kamaytirish va to‘liq siklning FIKini bir necha foizga oshirish mumkin. Respublikada yangi GAESlarni loyihalashda o‘zgaruvchan tezlikli agregatlarni dastlabki bosqichdanoq ko‘zda tutish maqsadga muvofiq, chunki bu nafaqat energiya tejaydi, balki qayta tiklanuvchi manbalar ulushi yuqori bo‘lgan energetika tizimining barqarorligini ham oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Gülich J.F. Centrifugal Pumps. – Berlin: Springer, 2014.
2. Karassik I.J., Messina J.P., Cooper P., Heald C.C. Pump Handbook. – New York: McGraw-Hill, 2008.
3. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. – М.: Машиностроение, 1966.
4. IRENA. Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030. – Abu Dhabi, 2017.
5. Kuwabara T., Shibuya A., Furuta H., Kita E., Mitsuhashi K. Design and dynamic response characteristics of 400 MW adjustable speed pumped storage unit for Ohkawachi Power Station // IEEE Trans. Energy Convers. – 1996. – Vol. 11, No. 2. – P. 376–384.

Date: 29th April-2026

6. U.S. Energy Information Administration. Utility-scale batteries and pumped storage return about 80% of the electricity they store // Today in Energy. – 2021. – URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=46756>

